

PRAKTYCZNY

ISSN 1232-2628

ELEKTRONIK

cena 2,50 zł (25000 zł)

grudzień
nr 12 '96

Trójkąciówkowe stabilizatory napięcia LM 317 i 337

W różnych układach elektronicznych najczęściej stosowane są trójkąciówkowe stabilizatory napięcia dodatniego 78XX i ujemnego 79XX. Są one produkowane dla ściśle określonych napięć wyjściowych takich jak: 5, 6, 9, 12, 15, 18 V. Układy te można od biedy zastosować w zasilaczach regulowanych, choć nie są one do tego przeznaczone. Natomiast do zasilaczy regulowanych przeznaczone są układy: dla napięć dodatnich LM 317 i dla napięć ujemnych LM 337. Dostarczają one prądów 1,5 A przy napięciu wyjściowym od 1,25 do 37 V.

W podstawowej aplikacji układy LM 317 i LM 337 wymagają stosowania tylko dwóch zewnętrznych rezystorów, od których zależy napięcie wyjściowe. Podstawowe parametry stabilizatorów zamieszczono w tabeli 1.

Parametry maksymalne

Moc strat ograniczona wewnątrz

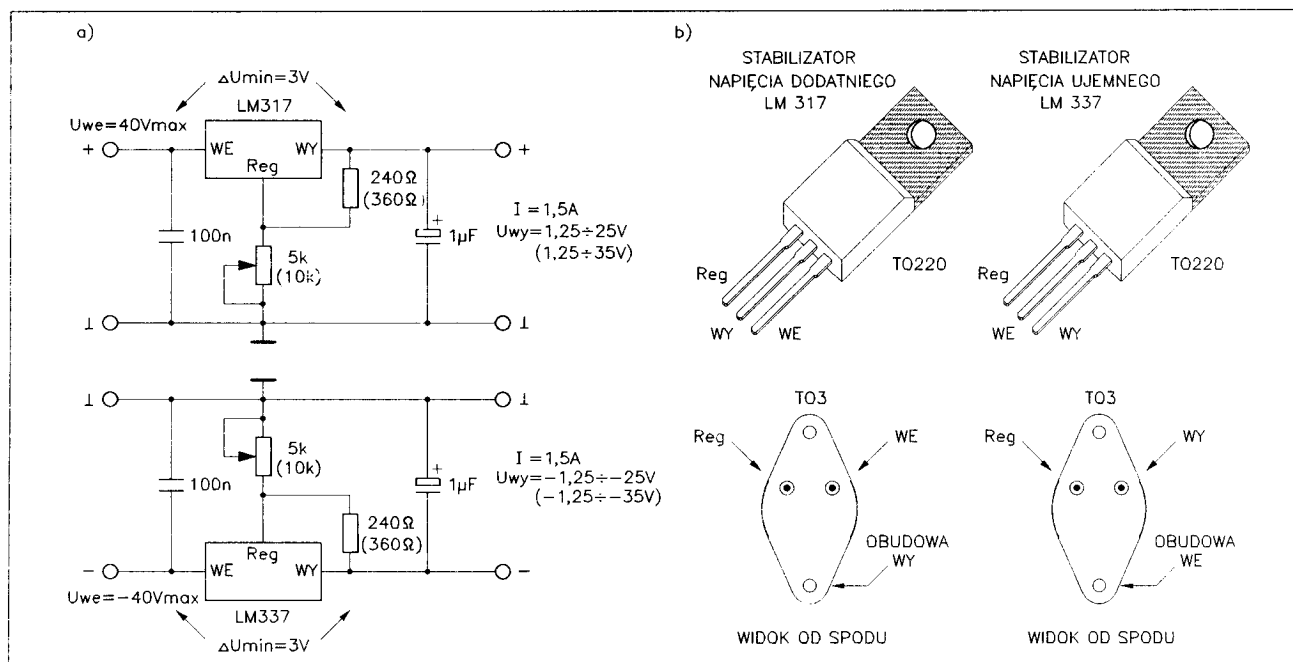
Maksymalne napięcie pomiędzy wejściem, a wyjściem +40 V, -0,3 V

Zakres temperatur pracy -65 ÷ +150°C

Tabela 1 Parametry stabilizatorów LM 317 i 337 dla $T_j = 25^\circ\text{C}$

Parametr	Warunki pomiaru	LM 317, LM 337			Jednostka
		min	typ	max	
Napięcie odniesienia	$3\text{ V} \leq (U_{we} - U_{wy}) \leq 40\text{ V}$	1,20	1,25	1,30	V
Liniowość regulacji	$3\text{ V} \leq (U_{we} - U_{wy}) \leq 40\text{ V}$		0,01	0,02	%
Prąd wyjścia regulacyjnego			50	100	μA
Zmiana prądu wyjścia regulacyjnego	$10\text{ mA} \leq I_{wy} \leq I_{max}$ $3\text{ V} \leq (U_{we} - U_{wy}) \leq 40\text{ V}$		0,2	5	μA
Stabilność temperaturowa	$-65^\circ\text{C} \leq T_j \leq +150^\circ\text{C}$		1		%
Minimalny prąd wyjściowy	$(U_{we} - U_{wy}) = 40\text{ V}$		3,5	5	mA
Ograniczenie prądowe:	$(U_{we} - U_{wy}) \leq 15\text{ V}$	1,5	2,2	3,4	A
	$(U_{we} - U_{wy}) = 20\text{ V}$		1,5		A
	$(U_{we} - U_{wy}) = 30\text{ V}$		0,8		A
	$(U_{we} - U_{wy}) = 40\text{ V}$	0,3	0,4		A
Rezystancja termiczna T_j -c dla obudowy:	TO3		2,3	3	$^\circ\text{C/W}$
	TO 220		4	5	$^\circ\text{C/W}$

Uwaga: dla stabilizatorów LM 337 wartości napięć i prądów są ujemne.



Rys. 1 Stabilizatory trójkąciówkowe LM 317 i LM 337: a) schematy aplikacyjne, b) rozkład wyprowadzeń

Dokończenie tekstu na str. 30

PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

GRUDZIEŃ nr 12/96

SPIS TREŚCI

Trójkońcówkowe stabilizatory napięcia LM 317 i LM 337.....	2
Automatyczny włącznik wentylatora do komputera PC.....	4
Czujnik Podczerwieni.....	6
Elektronika inaczej cz. 11 – transformatory.....	9
Zasady prenumeraty.....	13
Jednozakresowy woltomierz – amperomierz 3 i 1/2 cyfry.....	17
Zabawka – tester refleksu.....	23
Częstościomierz mikroprocesorowy – nowy EPROM.....	25
Laboratoryjny zasilacz z ograniczeniem prądowym serii 2001 sterowany mikroprocesorem cz. 2	25

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym w terminie do trzech tygodni. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznych. Koszt wysyłki wynosi: 8,00 zł (80.000 zł) bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery „Praktycznego Elektronika”: 3/92; 1/94; 7–12/95, 1–11/96. Cena jednego egzemplarza 2,50 zł (25.000 zł) plus koszty wysyłki. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany, wysyłamy w cenie 1,50 zł (15.000 zł) za pierwszą stronę, za każdą następną 0,20 zł (2.000 zł) plus koszty wysyłki.

Zamówienia na płytki drukowane prosimy przysyłać na kartach pocztowych, lub kartach zamówień zamieszczonych w PE 7/95, PE 8/95, PE 2/96, PE 7/96, PE 10/96.

Wydawca — ARTKELE, Zielona Góra

Ogłoszenia i reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto:
ARTKELE — WYDAWNICTWO TECHNICZNE
ul. Jaskółcza 2/5 65–001 Zielona Góra
KOMUNALNY BANK SPÓŁDZIELCZY, Zielona Góra
997283–102847–2541

Ceny:

- 1 cm² ogłoszenia ramkowego – 2,50 zł (25.000 zł) + 22% VAT (najmniejsze ogłoszenie 20 cm²)
- ogłoszenia drobne do 40 słów – 1,25 zł (12.500 zł) + 22% VAT

Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

Adres redakcji:

„Praktyczny Elektronik”
ul. Jaskółcza 2/5
65–001 Zielona Góra
tel. niestety czasowo brak telefonu
Red. Naczelny mgr inż. Dariusz Cichoński

Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczonych w „Praktycznym Elektroniku” mogą być wykorzystane wyłącznie dla własnych potrzeb. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów „Praktycznego Elektronika” możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

Automatyczny włącznik wentylatora do komputerów PC

Komputery PC posiadają chłodzony przy pomocy wentylatora zasilacz impulsowy. Wentylator w czasie eksploatacji sprawia wiele problemów. Dlatego też proponujemy zbudowanie prostego układu, który w sposób automatyczny będzie wyłączał wentylator wtedy, gdy jego praca nie jest potrzebna.

Głównymi źródłami ciepła w komputerze są: sieciowy zasilacz impulsowy i procesor. O ile tylko niektóre komputery posiadają wentylator zamontowany na procesorze, o tyle każdy z nich wyposażony jest w wentylator chłodzący zasilacz. Wynika z tego kilka problemów. Pierwszym jest głośnie praca wentylatora w zasilaczu słyszana wyraźnie, zwłaszcza jeżeli na komputerze pracuje się wieczorami kiedy inni domownicy śpią. Drugą wadą pracującego wentylatora jest wciąganie do obudowy dużych ilości kurzu, gdyż wentylator zasysa chłodzące powietrze.

Większość obudów posiada niefortunną konstrukcję, bez otworów wentylacyjnych, którymi do wnętrza mogłoby wpływać powietrze. Obudowy posiadają tylko wylotowe otwory wentylacyjne umieszczone z tyłu za zasilaczem. Tak więc wentylator zasysa powietrze do wnętrza komputera wszystkimi możliwymi szczelinami w obudowie. Takie szczeliny występują przy napędach dyskiekietek i czytnikach CD ROM. Powoduje to bardzo szybkie zanieczyszczenie tych urządzeń. Ponadto kurz zawiera mikronowej średnicy ziarenka piasku o bardzo dużej twardości. Piasek składa się w głównej mierze z tlenku krzemu SiO_2 , czyli minerału od którego jest twardszy tylko topaz, korund i diament. Twardość tlenku krzemu jest dużo wyższa niż twardość wysokiej jakości stali. Osiadający na ruchomych elementach kurz działa jak papier ścierny przyspieszając ich zużycie. Dodatkowo w napędach dyskiekietek kurz powoduje rysowanie precyzyjnych głowic i za ich pośrednictwem dyskiekietek, a w czytnikach CD ROM zakrywa półprzewodnikowy laser doprowadzając do powstawania błędów odczytu.

niem jest zastosowanie układu mierzącego temperaturę w zasilaczu i włączającego wentylator jedynie wtedy kiedy jest to konieczne. Jak wykazały próby przeprowadzone w komputerze PC pobierającym dość dużo mocy z zasilacza (konfiguracja: procesor Am5x86-P75-S 133 MHz, 20 Mb RAM, CD ROM, dwa dyski HDD, karta video PCI, kontroler PCI, karta skanera, karta dźwiękowa) wentylator włącza się bardzo rzadko i pracuje średnio przez 20% łącznego czasu pracy komputera.

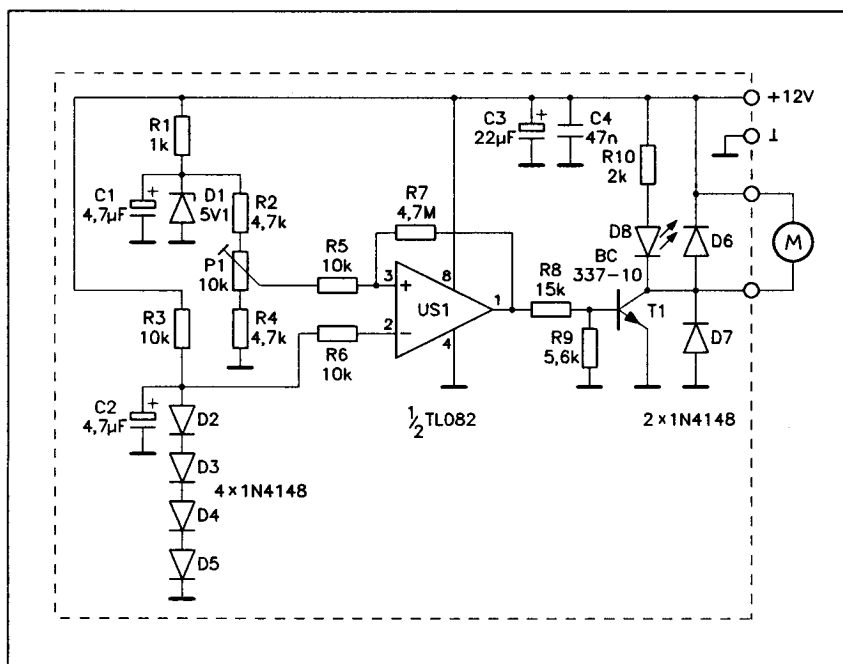
Opis układu

Układ automatycznego włącznika wentylatora to w zasadzie termometr elektroniczny wyposażony w układ komparatora. Jako elementy wrażliwe na temperaturę zastosowano uniwersalne diody krzemowe D2÷D5. Współczynnik temperaturowy zmiany napięcia przewodzenia dla diod krzemowych jest ujemny i wynosi ok. $-2,3 \text{ mV}/^\circ\text{C}$. Dla czterech połączonych szeregowo diod będzie on proporcjonalnie większy $-9,2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$. Tak więc ze wzrostem temperatury otoczenia napięcie na kondensatorze C2 będzie maleć.

Sygnał z diod D2÷D5 doprowadzany jest do wejścia komparatora US1. Na drugie wejście komparatora doprowadzono napięcie referencyjne uzyskiwane z diody Zenera o niewielkim współczynniku temperaturowym. Wybrano diodę na napięcie 5,1 V, gdyż klasyczne diody Zenera charakteryzują się najniższym współczynnikiem temperaturowym w zakresie napięć 5÷6 V.

Potencjometr P1 służy do regulacji napięcia referencyjnego doprowadzanego do komparatora. Dzięki temu uzyskano możliwość regulacji wartości temperatury przy której komparator włącza wentylator. Jeżeli napięcie na kondensatorze C2 będzie większe od napięcia doprowadzonego z suwaka potencjometru P1, to na wyjściu komparatora uzyska się stan niski. Spowoduje to zatkanie tranzystora T1 i wyłączenie silnika wentylatora.

W miarę wzrostu temperatury w obudowie zasilacza napięcie na kondensatorze C2 zacznie się zmniejszać.



Rys. 1 Schemat ideowy włącznika wentylatora

Wszystkie te mankamenty można zminimalizować ograniczając czas pracy wentylatora w zasilaczu. Stałe wyłączenie wentylatora nie wchodzi w rachubę, gdyż w niesprzyjających okolicznościach może nastąpić przegrzanie i w konsekwencji uszkodzenie zasilacza. Najprostszym rozwią-

W chwili zrównania się napięć komparator US1 zmienia swój stan na wysoki. Efektem tego będzie nasycenie tranzystora T1 i włączenie wentylatora. Praca wentylatora sygnalizowana jest świeceniem się diody D8.

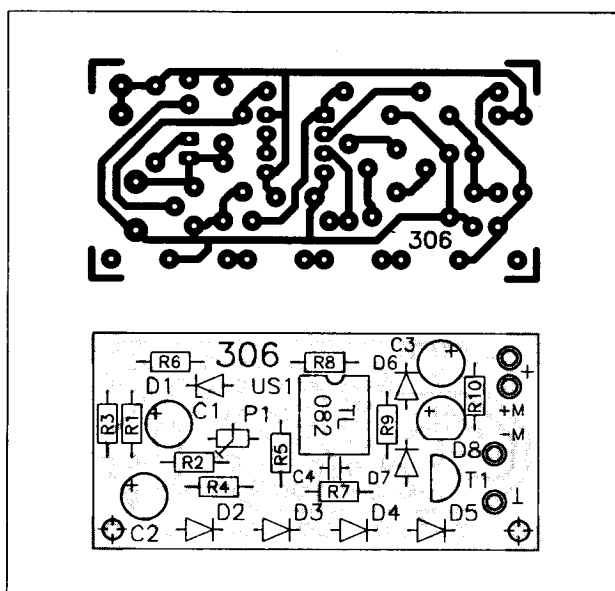
Komparator wyposażono w pętlę histerezy wprowadzając dodatnie sprzężenie zwrotne przy pomocy rezystora R7. Dzięki pętli wentylator wyłączy się dopiero w chwili gdy temperatura w zasilaczu obniży się o ok. 2°C w stosunku do temperatury przy której nastąpiło włączenie wentylatora.

Kondensatory C1 i C2 filtrują zakłócenia mogące dochodzić do układu poprzez zasilanie. Diody D6 i D7 zabezpieczają tranzystor T1 przed uszkodzeniem na wskutek przepięć wprowadzanych do układu przez silnik wentylatora.

Montaż i uruchomienie

Diody D2÷D5 mierzące temperaturę umieszczone są bezpośrednio na płytce włącznika. Należy je zamontować na dłuższych nóżkach ok. 1 cm nad powierzchnią płytki drukowanej.

Do uruchomienia układu nie są potrzebne żadne przyrządy pomiarowe. Po doprowadzeniu zasilania potencjometr P1 ustawia się w takiej pozycji, aby zgasła dioda D8. Następnie diody D2÷D5 podgrzewa się ciepłą ręką przez jedną minutę, tak aby osiągnęły temperaturę ciała ok. 36°C. Cały czas trzymając rękę na diodach delikatnie pokręcając potencjometr doprowadza się do zapalenia diody D8. Po cofnięciu ręki dioda D8 powinna zgasnąć po ochłodzeniu się diod D2÷D5. Można jeszcze raz sprawdzić czy po podgrzaniu dioda zapali się ponownie.



Rys. 2 Płytki drukowane i rozmieszczenie elementów

Uruchomiony układ można zamontować w zasilaczu. Miejsce w jakim zostanie umieszczona płytka nie

ma większego znaczenia. Nie jest wskazane umieszczanie płytki w pobliżu radiatora tranzystora kluczującego przetwornicy. Należy zapewnić odległość min 1 cm od elementów znajdujących się pod napięciem sieci energetycznej po pierwotnej stronie transformatora przetwornicy. Przewody doprowadzające napięcie zasilania do silnika wylutowuje się (w niektórych obudowach wyciąga się wtyczkę) i podłącza do wyjścia +M i -M płytki drukowanej. Należy zachować prawidłową polaryzację: Zacisk dodatni wentylatora (przewód czerwony) łączy się z wyjściem +M, a ujemny (przewód czarny) z wyjściem -M. Natomiast zasilanie płytki podłącza się w miejsce z którego było doprowadzane napięcie zasilające wentylator.

Diodę D8 sygnalizującą należy umieścić na płycie czołowej obudowy. Można też zrezygnować z diody sygnalizującej włączenie wentylatora gdyż będzie ono wyraźnie słyszane. Następnie należy włączyć komputer i poczekać dłuższy czas na włączenie się wentylatora. Należy się liczyć, że w chłodnym pokoju wentylator nie będzie się włączał nawet po dłuższej pracy komputera.

Opisany układ można zastosować do innych celów np. jako termostat do akwarium, regulator temperatury do kaloryfera elektrycznego. Do włączania obciążenia należy wtedy zastosować przełącznik, którego cewkę włącza się do zacisków +M i -M. Chcąc precyzyjnie ustawić temperaturę przy której układ ma włączyć obciążenie, jako P1 należy zastosować potencjometr dzielnicy obrotowy.

Wykaz elementów

US1	- TL 082
T1	- BC 337-16
D1	- BZP 683 C5V1
D2÷D7	- 1N4148
D8	- LED zielony
R1	- 1 kΩ/0,125 W
R10	- 2 kΩ/0,25 W
R2, R4	- 4,7 kΩ/0,125 W
R9	- 5,6 kΩ/0,125 W
R3, R5, R6	- 10 kΩ/0,125 W
R8	- 15 kΩ/0,125 W
R7	- 4,7 MΩ/0,125 W
C4	- 47 nF/50 V ceramiczny
C1, C2	- 4,7 μF/40 V
C3	- 22 μF/16 V

płytki drukowane numer 306

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 1,00 zł (10.000 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ mgr inż. Maciej Bartkowiak

Czujnik podczerwieni

Przedstawiamy konstrukcję czujnika podczerwieni przewidzianego do wykonania tzw. bariery optycznej. Bariera może być wykorzystana jako część systemu alarmowego lub urządzenie sygnalizujące jej przekroczenie przez przedmiot czy osobę.

Działanie czujnika

Działanie czujnika opiszemy na podstawie jego schematu blokowego z rys. 1.

Dwie zasadnicze części czujnika to nadajnik i odbiornik. Nadajnik wytwarza promieniowanie podczerwone w formie impulsów o częstotliwości powtarzania około 5 kHz i współczynniku wypełnienia 20%. Składa się z generatora impulsów ze wzmacniaczem prądu i zespołu diod luminescencyjnych podczerwieni. Zespół diod luminescencyjnych nadajnika skierowany jest na fotodiody odbiornika.

Częstotliwość impulsów dobrano tak aby użyć tłumienie składowych przydźwięków sieci (50, 100 Hz) oraz sygnałów od pilotów zdalnego sterowania (40 kHz). Zastosowanie impulsowania uniemożliwia podstawienie innego źródła podczerwieni blokującego działanie urządzenia.

Impulsy promieniowania podczerwonego docierają do fotodiody odbiornika prostoliniowo. Na zaciskach fotodiody uzyskuje się odpowiadające im impulsy napięcia wzmacniane we wzmacniaczu wejściowym. Impulsy te posiadają dużą zawartość wyższych harmonicznych (składowych o częstotliwościach wielokrotnych częstotliwości 5 kHz). W filtrze środkowoprzepustowym o częstotliwości środkowej 5 kHz wydzielana jest składowa podstawowa o tej częstotliwości a tłumione są wyższe harmoniczne i ewentualne sygnały zakłócające. Sygnał zbliżony do sinusoidalnego podawany jest do wzmacniacza i po wzmocnieniu do prostownika jednopółprzewodnikowego.

Napięcie wyjściowe prostownika za pośrednictwem przerzutnika Schmitta podawane jest do monowibratora (przerzutnika monostabilnego). Przerzutnik Schmitta normalizuje sygnał wyjściowy prostownika zmniejszając jego fluktuacje na wejściu monowibratora. Daje to

zwiększenie odporności na przypadkowe alarmy. Zadaniem monowibratora jest przedłużenie czasu trwania impulsu alarmu.

W sytuacji normalnej promieniowanie podczerwone nadajnika dociera bez przeszkód do odbiornika. Napięcie wyjściowe prostownika ma poziom wysoki. Podobnie napięcie wyjściowe przerzutnika Schmitta ma poziom wysoki. Również wysokie napięcie jest na wyjściu monowibratora. Pojawienie się przeszkody na drodze promieniowania między nadajnikiem i odbiornikiem spowoduje zanik sygnału i obniżenie napięcia na wyjściu prostownika. Zadziała przerzutnik Schmitta i na jego wyjściu pojawi się poziom niski. Poziom ten uruchomi monowibrator. Na jego wyjściu pojawi się impuls ujemny o określonym czasie trwania.

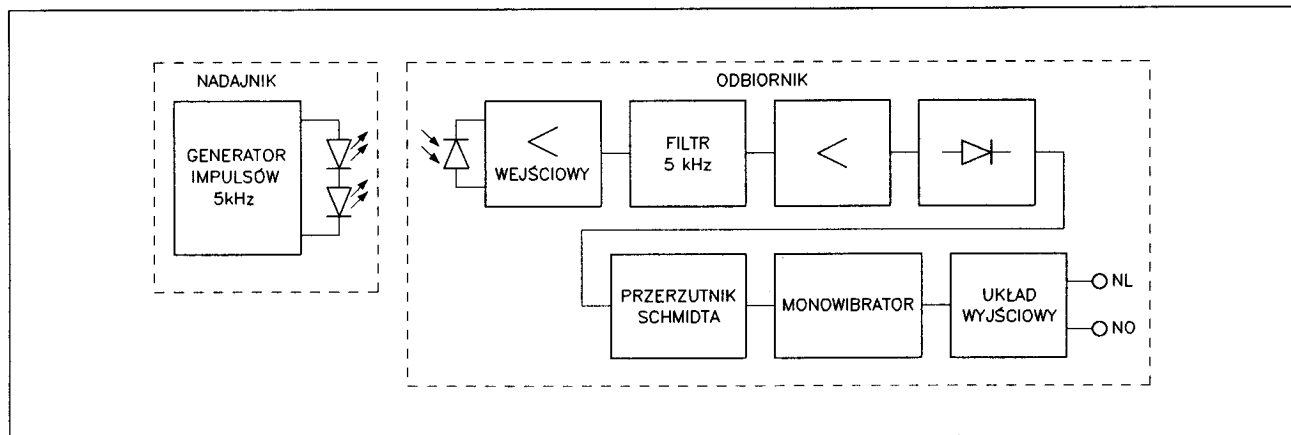
Zastosowanie monowibratora jest konieczne z uwagi na konieczność zapewnienia szybkiej reakcji prostownika na zanik sygnału. Mała stała czasu prostownika zapewnia szybką reakcję, ale i szybki zanik sygnału alarmu. W celu jego podtrzymania właśnie zastosowano monowibrator.

Napięcie z wyjścia monowibratora steruje układem wyjściowym o dwóch wyjściach: wyjściu napięciowym o poziomie niskim w stanie normalnym (NL) i wyjściu mocy do sterowania przełącznikiem (NO). Zadziałanie układu w wyniku nawet krótkiej przerwy promieniowania docierającego do odbiornika objawi się poziomem wysokim napięcia na wyjściu (NL) i załączeniem do masy wyjścia mocy umożliwiającego włączenie przełącznika lub innego elementu wykonawczego.

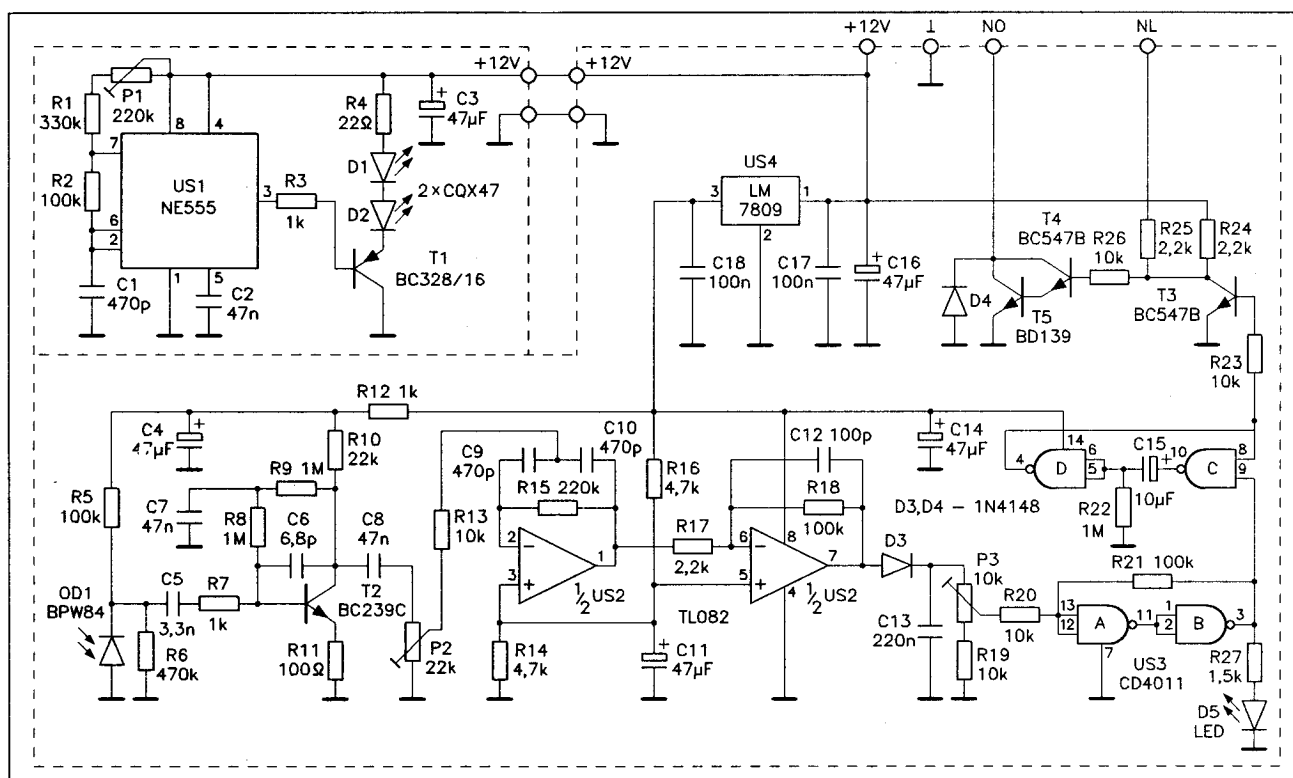
Opis układu

Generator nadajnika zrealizowano na układzie czasowym NE 555 (US1). Dokładną częstotliwość generowanego sygnału (5 kHz) ustala się za pomocą rezystora nastawnego P1. Z wyjścia 3 US1 sygnał prostokątny podawany jest do bazy tranzystora T1 pracującego jako wzmacniacz prądowy w układzie wtórnikowej emiterowej.

W emiterze T1 znajdują się dwie połączone szeregowo diody luminescencyjne podczerwieni (D1, D2) o dużej energii promieniowania.



Rys. 1 Schemat blokowy



Rys. 2 Schemat ideowy czujnika podczerwieni

Rezystor R4 ogranicza maksymalny prąd płynący przez diody do wartości około 100 mA. Nadajnik zasilany jest napięciem 12 V. Wskazane jest by było to napięcie stabilizowane. Średni pobór prądu nadajnika jest rzędu 50 mA.

Impulsy promieniowania podczerwonego o częstotliwości 5 kHz docierają do diody odbiorczej BPW 84 (OD1). Diody ta polaryzowana jest w kierunku zaporowym rezystorem R5. Rezystor R6 zmniejsza zmiany napięcia polaryzującego diodę przy zmianach oświetlenia zewnętrznego. Impulsy promieniowania zmieniają rezystancję diody powodując powstanie impulsów napięcia na jej zaciskach.

Podawane są one dalej do wzmacniacza wstępnego na tranzystorze T2. Po regulacji wzmocnionego sygnału rezystorem nastawnym P2 podawany on jest do filtru środkowoprzepustowego (1/2 US2). Filtr wydziela sygnał o częstotliwości podstawowej 5 kHz podawany dalej do wzmacniacza na drugiej części US2. Wzmocniony sygnał jest prostowany za pomocą diody D3. Kondensator C13 filtruje wyprostowany sygnał, który przez rezystor nastawny P3 podawany jest na wejście przerzutnika Schmitta zrealizowanego na dwóch bramkach (A i B) układu scalonego US3 (CD 4011). Napięcie stałe z wyjścia przerzutnika podawane jest do monowibratora wykorzystującego bramki C i D układu US3.

Przy odbiorze promieniowania podczerwonego wysoki poziom napięcia na wyjściu prostownika wymusza wysoki poziom napięcia wyjściowego układu Schmitta. Monowibrator w stanie ustalonym także ma na wyjściu wysoki poziom napięcia (zblizony do napięcia zasilającego). Zanik promieniowania podczerwonego wywołany

pojawieniem się przeszkody spowoduje spadek napięcia na wyjściu prostownika i zadziałanie układu Schmitta objawiające się poziomem niskim na jego wyjściu. Podłączona do wyjścia układu dioda luminescencyjna D5 sygnalizuje świeceniem prawidłową pracę układu. Zanik promieniowania podczerwonego spowoduje zgaśnięcie diody (alarm lub awaria).

Ujemny impuls spowoduje wyzwolenie monowibratora (ładowanie kondensatora C15). Na wyjściu monowibratora objawi się to niskim poziomem napięcia (zblizonym do 0). Po naładowaniu kondensatora C15 napięcie wyjściowe monowibratora wróci do poziomu wysokiego. Ponowna zmiana stanu na wysoki na wyjściu układu Schmitta wywoła rozładowanie kondensatora C15. Czas trwania impulsu wyjściowego monowibratora wynosi 4-5 s. Zmianę czasu trwania można uzyskać przez zmianę wartości C15 i R22.

Z wyjścia monowibratora jest sterowany tranzystor T3 pełniący rolę wzmacniacza wyjściowego. W normalnych warunkach tranzystor ten jest otwarty wymuszając niski poziom napięcia na kolektorze. Napięcie to podawane jest przez rezystor R25 do wyjścia napięciowego NL. Tranzystor ten steruje układem Darlingtona zbudowanym na tranzystorach T4 i T5 przeznaczonym do załączenia przekaźnika lub innego elementu wykonawczego np. syreny. Maksymalny prąd nie powinien przekroczyć 500 mA. Układ Darlingtona zabezpieczony jest diodą D4 przed przebiegami jakie powstają przy wyłączaniu cewki przekaźnika.

Układ odbiorczy zasilany jest za pośrednictwem stabilizatora napięcia 9 V (US4). Napięcie zasilające powinno zawierać się w przedziale 12-15 V. Pobór prądu

układu odbiorczego nie przekracza 15 mA. Maksymalny zasięg działania (odległość między nadajnikiem, a odbiornikiem) wynosi 4-5 m.

Montaż i uruchomienie

Nadajnik i odbiornik muszą być zamontowane na oddzielnych płytkach z uwagi na specyfikę działania czujnika. Dlatego przed montażem należy rozciąć płytkę drukowaną, której widok pokazany jest na rys. 3.

Montaż elementów przeprowadzić stosując się do ogólnie znanych zasad. W ostatniej kolejności zamontować diody luminescencyjne i diodę odbiorczą. Diody te zamontować na długość wyprowadzeń co najmniej 10 mm. Podczas lutowania nie przegrzać ich. Ewentualne poprawianie ich położenia przez doginanie wykonać dopiero po ich ostygnięciu. Łatwo ulegają uszkodzeniu przy wysokiej temperaturze w procesie lutowania.

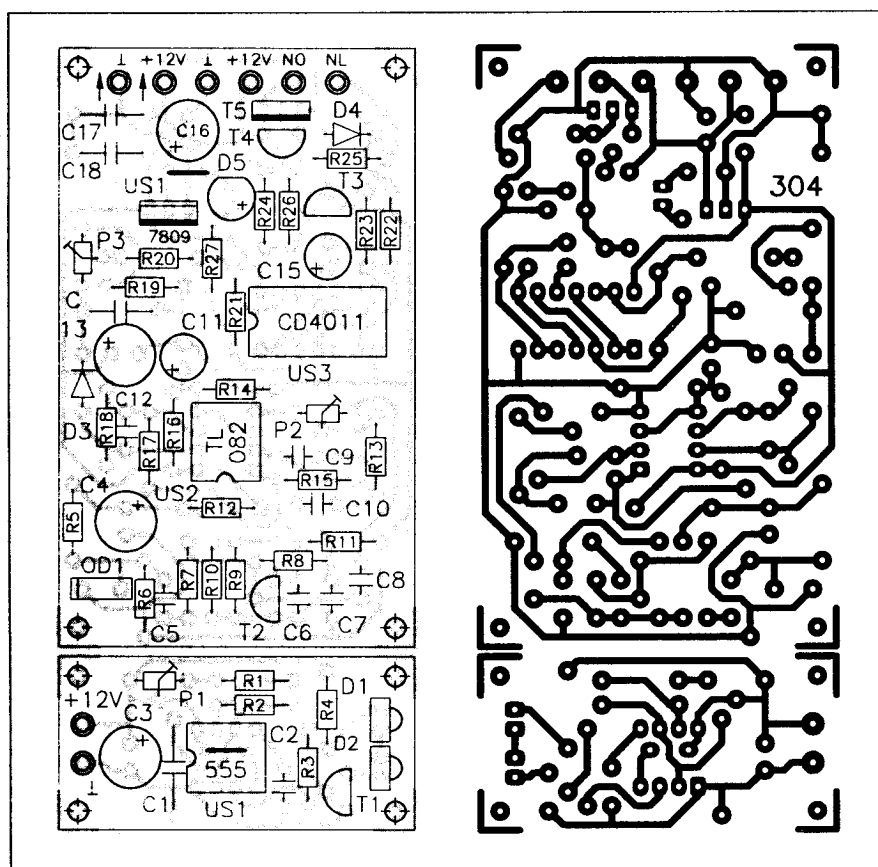
Do uruchomienia niezbędny jest multimetr, a wskazany oscyloskop. Niezbędny będzie także zasilacz o napięciu 12 V i wydajności prądowej co najmniej 100 mA. Na czas uruchamiania można do wyjścia NO i zasilania +12 V podłączyć diodę luminescencyjną z szeregowym rezystorem o wartości 1 k Ω jako wskaźnik zadziałania układu.

Po sprawdzeniu poprawności montażu można przystąpić do uruchamiania. Nadajnik zasilic za pośrednictwem odpowiednio długich przewodów, aby możliwe

było sprawdzenie i regulacja czujnika w warunkach docelowych. Wszystkie rezystory nastawne ustawić w położenia środkowe.

Po włączeniu zasilania sprawdzić napięcia zasilające i punkty pracy elementów półprzewodnikowych. Napięcie na kolektorze T2 powinno wynosić około 3 V. Napięcia na wyjściach US2 powinny być zbliżone do 4,5 V. Przy zastąpieniu diod nadawczych napięcie na kondensatorze C13 powinno być mniejsze o 0,6 V od napięcia na wyjściu 7 US2. Odstąpienie diod nadawczych powinno spowodować wzrost napięcia na kondensatorze C13. Świadczy to o poprawnej pracy nadajnika. Wyregulować rezystorem nastawnym P1 częstotliwość powtarzania impulsów generatora, aby uzyskać maksymalną wartość napięcia na wyjściu prostownika. Powinna zaświecić się dioda D5. Ewentualnie wyregulować poziom sygnału rezystorem nastawnym P2 i próg zadziałania układu Schmitta rezystorem nastawnym P3. Dodatkowa dioda sygnalizująca działanie układu nie powinna świecić.

Przesłonięcie chwilowe diody odbiorczej powinno spowodować chwilowe zgaszenie diody D5 i zadziałanie urządzenia, objawiające się zaświeceniem dodatkowej diody luminescencyjnej. Po około 4-5 s dioda ta powinna zgasnąć. Czas ten można regulować przez dobór wartości C15 i R22. Zwiększanie ich wartości wydłuża czas działania, a zmniejszanie skraca.



Rys. 3 Widok płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów

Po oddaleniu nadajnika na wymaganą odległość i nakierowaniu diod nadawczych na odbiornik wyregulować poziom sygnału rezystorem nastawnym P2, aby uzyskać świecenia diody D5. Sprawdzić poprawność działania układu. Ewentualne zmniejszenie szybkości reakcji układu można uzyskać przez zwiększenie wartości kondensatora C13.

Ponieważ układ wytwarza na wyjściu tylko jeden impuls i wraca do stanu początkowego nawet w sytuacji zaniku sygnału, niezbędne jest zastosowanie układu podtrzymania sygnału alarmu w tzw. centralce. Można zastosować przekaźnik z podtrzymaniem lub prosto wydłużyć czas trwania impulsu wyjściowego (C15, R22).

Dioda odbiorcza BPW84 nie wymaga stosowania filtra podczerwieni. Zastosowanie innej diody w obudowie przezroczystej wymagać będzie zastosowania filtra np. z wywołanej, naświetlonej błony fotograficznej kolorowej.

Diody nadawcze można umieścić w reflektorze z blachy stalowej cynowanej lub niklowanej (błyszczącej), odbijającym promieniowanie podczerwone w kierunku diody odbiorczej.

Układ można stosować jako czujnik alarmu lub jako tzw. fotokomórkę sygnalizującą pojawienie się obiektu. Wytwarzane impulsy mogą być np. zliczane i używany wtedy informację o ilości zdarzeń pojawienia się obiektu. Podobne urządzenia są wykorzystywane np. do pomiaru natężenia ruchu.

Wykaz elementów:

US1	– NE 555
US2	– TL 082
US3	– CD 4011
US4	– LM 7809
T1	– BC 328-16
T2	– BC 239C
T3, T4	– BC 547B
T5	– BD 139
D1, D2	– CQX 47
D3, D4	– 1N4148
D5	– LED
OD1	– BPW 84
R4	– 22 Ω /0,125 W
R11	– 100 Ω /0,125 W
R3, R7, R12	– 1 k Ω /0,125 W
R27	– 1,5 k Ω /0,125 W
R17, R24, R25	– 2,2 k Ω /0,125 W
R14, R16	– 4,7 k Ω /0,125 W

R13, R19, R20,	
R23, R26	– 10 k Ω /0,125 W
R10	– 22 k Ω /0,125 W
R2, R5, R18, R21	– 100 k Ω /0,125 W
R15	– 220 k Ω /0,125 W
R1	– 330 k Ω /0,125 W
R6	– 470 k Ω /0,125 W
R8, R9, R22	– 1 M Ω /0,125 W
P2, P3	– 10 k Ω TVP 1232
P1	– 220 k Ω TVP1232
C6	– 6,8 pF/50 V KCP
C12	– 100 pF/50 V KCPf
C1	– 470 pF/100 V KSF-020
C9, C10	– 470 pF/50 V KCPf
C5	– 3,3 nF/50 V KFPf
C2, C7, C8	– 47 nF/63 V MKSE-20
C17, C18	– 100 nF/63 V MKSE-20
C13	– 220 nF/63 V MKSE-20
C15	– 10 μ F/25 V 04/U
C3, C4, C11,	
C14, C16	– 47 μ F/16 V
płytką drukowaną nr 304	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 2,29 zł (22.900 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ R. K.

Elektronika inaczej cz. 11 – transformatory

Działanie transformatora

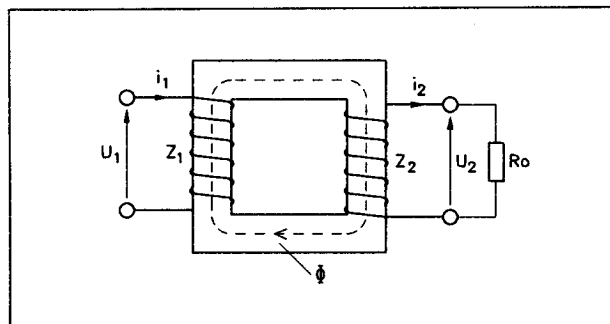
Transformator jest elementem wykorzystującym zjawisko indukcji wzajemnej. Przepływający w uzwojeniu z_1 (nazywanym pierwotnym) prąd wytwarza pole magnetyczne, którego większa część o strumieniu Φ obejmuje także uzwojenie z_2 (nazywane wtórnym). Reszta pola magnetycznego transformatora to tzw. pole rozproszone mogące stanowić źródło zakłóceń innych obwodów. Zmiany prądu w uzwojeniu pierwotnym powodują zmiany strumienia i w konsekwencji indukowanie się siły elektromotorycznej samoindukcji w uzwojeniu pierwotnym, o wartości równej napięciu zasilającemu to uzwojenie u_1 . W uzwojeniu wtórnym indukowana jest siła elektromotoryczna indukcji wzajemnej o wartości u_2 . Poglądowo działanie transformatora przedstawiono na rys. 1.

Wielkości indukowanych sił elektromotorycznych (napięć na uzwojeniach) są proporcjonalne do ilości zwojów uzwojeń i szybkości zmian strumienia. Wynika stąd podstawowy warunek pracy transformatora – przepływ prądu zmiennego wywołujący zmienny strumień magnetyczny. Prąd stały płynący w uzwojeniu pier-

wotnym wytworzy stały strumień magnetyczny, który nie wytworzy ani siły elektromotorycznej samoindukcji (zwarcie w obwodzie uzwojenia pierwotnego), ani tym bardziej siły elektromotorycznej indukcji wzajemnej (brak napięcia na uzwojeniu wtórnym).

$$u_1 = -z_1 \cdot (d\Phi/dt)$$

$$u_2 = -z_2 \cdot (d\Phi/dt)$$



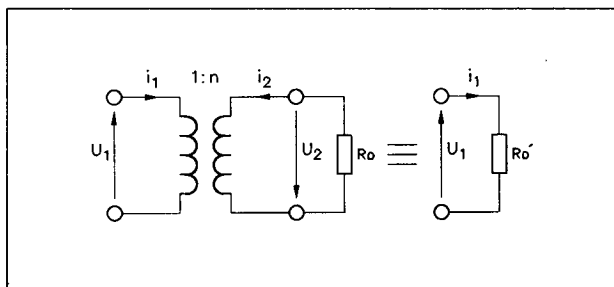
Rys. 1 Zasada działania transformatora

Typowe zastosowanie transformatorów to zmiana wartości napięcia przemiennego (zmiennego, dwukierunkowego np. sieciowego). Za pomocą transformatora można napięcie przemiennie podwyższać lub obniżać. Stosunek napięcia wtórnego do pierwotnego równy jest stosunkowi ilości zwojów uzwojeń i nazywany jest *przekładnią transformatora* n .

$$n = u_2/u_1 = z_2/z_1$$

Istotną właściwością transformatora jest brak połączenia dla prądu stałego między uzwojeniami pierwotnym i wtórnym. Przekazuje on energię elektryczną za pośrednictwem pola magnetycznego. Dla skupienia pola magnetycznego stosuje się rdzenie z materiałów magnetycznych zwane również magnetowodami. Straty związane z przekazywaniem energii są niewielkie.

Odmianą transformatora wykorzystującego jedno z uzwojeń jako wspólne dla obwodów pierwotnego i wtórnego jest autotransformator. Działanie autotransformatora prezentuje rys. 2.



Rys. 2 Zasada działania autotransformatora

W pokazanym na tym rysunku autotransformatorze wspólnym jest uzwojenie z_2 , stanowiące część uzwojenia z_1 . Zasilane uzwojenie pierwotne (z_1) wytwarza strumień magnetyczny Φ indukujący w nim samym oraz jego części z_2 siłę elektromotoryczną samoindukcji proporcjonalną do ilości zwojów uzwojeń. Stosunek napięcia wtórnego do pierwotnego równy jest stosunkowi ilości zwojów i nazywany także *przekładnią* n . Wykonywane są autotransformatory obniżające napięcie jak i podwyższające.

Autotransformator nie zapewnia oddzielenia obwodów dla prądu stałego (tzw. oddzielenia galwanicznego). Jego najistotniejszą zaletą jest oszczędność drutu miedzianego jakim najczęściej są nawijane uzwojenia.

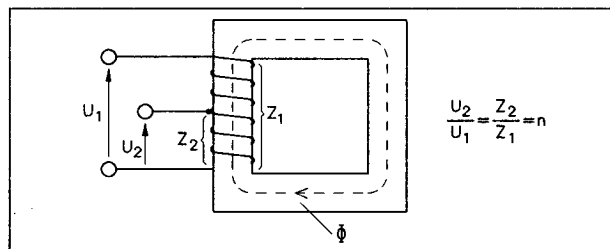
Przy przekazywaniu energii przez transformator straty energii są niewielkie, co oznacza, że moce prądu zmiennego w obwodzie pierwotnym i wtórnym są prawie równe.

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

gdzie: U_1, U_2 – wartości skuteczne napięć,
 I_1, I_2 – wartości skuteczne prądów.

Z zależności tej wynika, że w transformatorze podwyższającym napięcie jednocześnie wystąpi obniżenie prądu i odwrotnie w obniżającym napięcie – podwyższenie prądu.

Rozpatrując stosunki napięcia i prądu w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym dochodzi się do wniosku, że transformator realizuje także transformację rezystancji pokazaną na rys. 3.



Rys. 3 Transformacja rezystancji

Uzwojenie wtórne obciążone jest rezystancją R_0 , która jest widziana na zaciskach uzwojenia pierwotnego jako rezystancja R_0' . Wielkość tej rezystancji związana jest z przekładnią transformatora i wynosi:

$$R_0' = R_0/n^2$$

Tak więc transformator obniżający napięcie podwyższa rezystancję widzianą na jego zaciskach od strony zasilania (sterowania) w stosunku do rezystancji podłączonej do uzwojenia wtórnego (rezystancji obciążenia). Transformator podwyższający odpowiednio obniża ją. Transformacja rezystancji jest istotna przy dopasowaniu na maksimum mocy przekazywanej między obwodami. Umożliwia także dopasowanie rezystancji obciążenia np. głośnika do najkorzystniejszych warunków pracy lampy, czy tranzystora w stopniu mocy wzmacniacza.

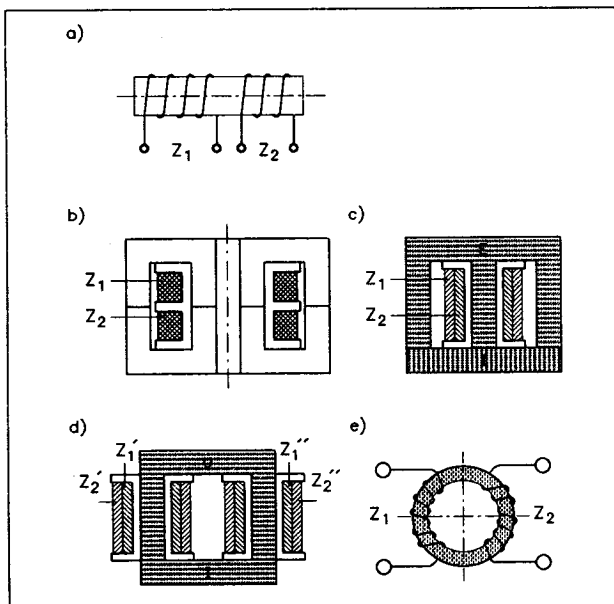
Transformatory, jak wszystkie elementy indukcyjne są duże i ciężkie, kłopotliwe do wykonania i stosowania ale pomimo tego są stosowane powszechnie. Zasadniczym ich zastosowaniem jest dziedzina transformatorów sieciowych niezbędnych w urządzeniach zasilających. Ważnym ich atutem jest oddzielenie galwaniczne obwodu wtórnego od sieci energetycznej, zapewniające bezpieczeństwo użytkownikowi sprzętu. Drugą w kolejności jest dziedzina transformatorów w.c.z. stosowanych przy wzmacnianiu i generacji sygnałów wielkiej częstotliwości.

Budowa transformatorów

Budowę typowych transformatorów w sposób uproszczony przedstawiono na rys. 4.

Pierwszy z nich to transformator wielkiej częstotliwości, który może być wykonany jako powietrzny lub z rdzeniem ferrytowym – rys. 4a. Oba uzwojenia o niewielkiej liczbie zwojów nawinięte są obok siebie lub jedno na drugim. Dużą rolę w transformatorach wielkiej częstotliwości odgrywa dodatkowe sprzężenie pojemnościowe między uzwojeniami. Przykładem takiego transformatora jest antena ferrytowa odbiornika radiowego. Uzwojenie pierwotne włączone jest do przestrzajanego obwodu rezonansowego, a uzwojenie wtórne obniżające napięcie zapewnia dopasowanie do małej rezystancji wejściowej tranzystora. Przy bardzo dużych

częstotliwościach transformatory w.cz. realizuje się w formie zbliżonych do siebie prostych odcinków drutu srebrzonego lub ścieżek na płytce drukowanej (tzw. linii paskowych).



Rys. 4 Budowa transformatorów

Rozwiązanie pokazane na rys. 4b to transformator z rdzeniem kubkowym. Transformator ten posiada uzwojenia nawinięte na specjalnym dzielonym karkasie. Dzielenie karkasu umożliwia uzyskanie dobrej izolacji między uzwojeniami i zmniejszenie pojemności między nimi. Rdzenie kubkowe są wykonywane jako rdzenie ferrytowe z materiałów o różnych przenikalnościach magnetycznych. Stosowane są przy średnich częstotliwościach (10 kHz – 1 MHz). Zaletą ich jest małe pole magnetyczne rozproszone.

Transformatory stosowane przy niskich częstotliwościach (do 100 kHz) wykorzystują rdzenie z blach żelaznych lub permalloyowych. Wadą rdzeni żelaznych są straty na prądy wirowe i dlatego ze wzrostem częstotliwości stosuje się coraz cieńsze blachy. Rdzenie składa się z tzw. kształtek, czyli elementów wyciętych z blachy lub nawija korzystając z taśmy żelaznej. Pokazany na rys. 4c tzw. transformator płaszczykowy posiada uzwojenia nawinięte jedno na drugim na karkasie z materiału izolacyjnego. Oczywiście uzwojenia mogą być nawinięte obok siebie jeśli dysponuje się karkasem dzielonym. Kształtki rdzenia przypominają litery E i I, dlatego tego rodzaju rdzeń nazywany jest rdzeniem EI.

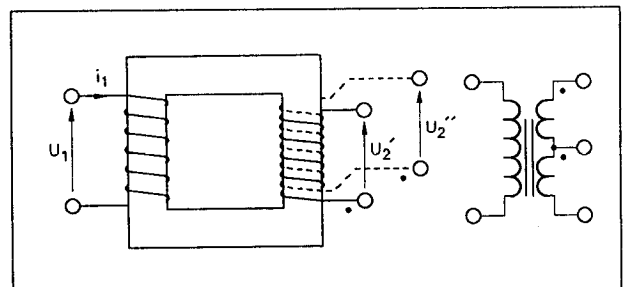
Drugi sposób wykonania transformatora z rdzeniem żelaznym jest pokazany na rys. 4d. Jest to tzw. transformator dwucewkowy, którego uzwojenia nawinięte są jedno na drugim w formie dwóch jednakowych cewek. Cewki sprzężone są magnetycznie za pomocą rdzenia (magnetowodu) przypominającego literę O. Rdzeń ten składa się z kształtek nazywanych U i I. Często składa się taki rdzeń z jednakowych kształtek typu L i nazywa rdzeniem LL. Dla uzyskania poprawnego działania tak wykonanego transformatora niezbędne jest praw-

dłowe połączenie uzwojeń pierwotnych i wtórnych. Zaletą tego rozwiązania jest oszczędność blachy żelaznej. Wadą natomiast zwiększone pole magnetyczne rozproszone.

Zaletą obu tych rozwiązań jest uproszczone nawijanie cewek bez rdzenia, który składa się dopiero po ich nawinięciu. Transformatory tego rodzaju mogą wykorzystywać rdzenie zwijane, ale niezbędne jest przecinanie zwinionych rdzeni dla uzyskania możliwości złożenia transformatora. Rdzenie mocuje się obejmami dla uniknięcia niepożądanych efektów akustycznych (buczenia). Cewki po nawinięciu, a często całe transformatory są impregnowane lakierem elektroizolacyjnym lub specjalnym woskiem dla poprawienia odporności na działanie wilgoci i zmniejszenia możliwości wystąpienia zwarcia między zwojami.

Coraz większą popularność uzyskują transformatory z rdzeniem toroidalnym. Przykład takiego transformatora pokazany jest na rys. 4e. Rdzenie toroidalne wykonywane są jako monolityczne rdzenie ferrytowe lub zwijane z taśmy stalowej. Toroidalne rdzenie ferrytowe są stosowane do wykonywania szerokopasmowych transformatorów wielkiej częstotliwości – nawet do około 1000 MHz. Rdzenie żelazne o takim kształcie stosuje się najczęściej do produkcji transformatorów sieciowych. Zaletą ich jest mniejsze zużycie żelaza przy dużo mniejszych polach rozproszonych niż w przypadku rdzeni UI. Uzyskuje się duże moce transformatora przy małych wymiarach zewnętrznych.

Często występuje konieczność uzyskania napięć symetrycznych tzn. o jednakowych wartościach bezwzględnych i przeciwnych kierunkach. Napięcia takie wykorzystywane są w prostowniku dwupołkowym lub w transformatorach symetryzujących stosowanych dla zmniejszenia wpływu zakłóceń. Napięcia symetryczne uzyskuje się przez tzw. nawijanie bifilarne. Polega ono na jednoczesnym nawijaniu dwóch uzwojeń – dwoma drutami. Sposób nawinięcia uzwojenia wtórnego transformatora, jako bifilarne pokazano na rys. 5.



Rys. 5 Transformator z uzwojeniem bifilarnym

Jeden z drutów uzwojenia bifilarnego oznaczony jest linią przerywaną. Kropkami oznaczono początki uzwojeń dla ustalenia jednakowych kierunków napięć na uzwojeniach. Dla uzyskania symetrii napięć niezbędne jest połączenie początku jednego uzwojenia z końcem drugiego pokazane na schemacie zamieszczonym obok.

Specyficzną budowę posiadają transformatory impulsowe stosowane w układach odchyłania odbiorni-

ków telewizyjnych. Ze względu na częstotliwość pracy (15.625 Hz) nawijane są na rdzeniach ferrytowych. Jedno z uzwojeń to uzwojenie wysokonapięciowe (8 – 15 kV) przewidziane do zasilania prostownika wysokiego napięcia. Uzwojenie pierwotne zasilane jest z przetłaczającego tranzystorowego lub tyrystorowego. W chwili wyłączenia prądu powstają w nim przebiegi dochodzące do 1 kV. Dlatego te transformatory muszą być szczególnie zabezpieczone przed możliwością wystąpienia przebiegów wysokich napięć. Podobne warunki pracy od strony zasilania mają transformatory zasilaczy impulsowych. Regułą dla obydwu rodzajów transformatorów jest hermetyczne zalewanie uzwojeń specjalnymi masami.

Parametry transformatorów

Charakterystyczne parametry transformatora zależne są od jego przeznaczenia. Ze względu na przeznaczenie wyróżnia się transformatory sieciowe, wyjściowe m.cz. (tzw. głośnikowe), sprzęgające m.cz. i w.cz., impulsowe, wyjściowe odchylania poziomego. Ponieważ największą grupę transformatorów stanowią aktualnie transformatory sieciowe, ich parametry opiszemy dokładniej.

Zasadniczym parametrem transformatora sieciowego jest *moc znamionowa* P_N . Podawana jest ona w [W]. Jest to maksymalna moc skuteczna do przeniesienia jakiej w sposób ciągły jest przygotowany transformator. Wynika ona w zasadzie z wymiarów rdzenia transformatora, a konkretnie przekroju kolumny środkowej transformatora płaszczykowego. Praktycznie często transformatory pracują przy mocy mniejszej niż znamionowa. Oznacza to, że wymiary transformatora i masa są większe od wynikających z rzeczywistego zapotrzebowania mocy. Do mocy znamionowej, a konkretnie do maksymalnych prądów uzwojeń muszą być dopasowane średnice drutów jakimi nawinięte są uzwojenia. Średnice drutów nawojowych dobiera się tak aby maksymalna gęstość prądu (stosunek prądu do przekroju przewodnika) nie przekraczała 3 – 5 A/mm². Moce znamionowe transformatorów sieciowych produkcji krajowej zawierają się w przedziale od 1 – 400 W.

Napięcie pierwotne to napięcie uzwojenia pierwotnego, a właściwie napięcie zasilające do jakiego jest przewidziany transformator. Typowa wartość to 220 V. Często spotyka się transformatory posiadające możliwość przełączania wartości napięcia zasilającego np. 220/110 V. Przełączanie takie jest łatwym do zrealizowania w przypadku transformatorów dwucewkowych – na napięcie 220 V uzwojenia pierwotne obu cewek łączone są szeregowo, a na napięcie 110 V równolegle.

Prąd jałowy uzwojenia pierwotnego to prąd płynący przez uzwojenie pierwotne transformatora bez obciążenia uzwojeń wtórnych (przy rozwartych uzwojeniach wtórnych). Wielkość tego prądu zależy od indukcyjności uzwojenia pierwotnego i strat w rdzeniu transformatora. Istnienie prądu jałowego oznacza, że transformator pobiera moc nawet bez obciążenia. Prąd ja-

łowy transformatorów o mocy znamionowej 4 W jest rzędu 10 mA. W transformatorach o mocach znamionowych 50 – 100 W wynosi 50 – 200 mA.

Sprawność transformatora określana jest jako stosunek sumy mocy oddawanych do obciążeń poszczególnych uzwojeń wtórnych, do mocy pobieranej przez transformator z sieci zasilającej. Wyrażana jest w [%]. Rośnie ona wraz z wielkością mocy znamionowej transformatora. Dla transformatorów o małych mocach znamionowych jest rzędu 80%. Transformatory o mocach powyżej 100 W mają sprawność większą od 95%.

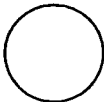
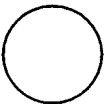
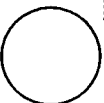
Napięcie wtórne, a często napięcia wtórne to napięcia znamionowe uzwojeń wtórnych podawane zwykle przy określonym prądzie pobieranym z uzwojenia lub określonej rezystancji obciążenia. Zazwyczaj jest to napięcie przy maksymalnym prądzie obciążenia. Podawana jest także tolerancja napięcia wtórnego, czyli wyrażone w % maksymalne odchylenie wartości napięcia wtórnego. Tolerancja ta zazwyczaj nie przekracza 5%. Pomiar napięć wtórnych dokonuje się przy znamionowym napięciu pierwotnym.

Szczególnie transformatory sieciowe muszą spełniać ostre wymagania dotyczące wytrzymałości izolacji uzwojenia pierwotnego (sieciowego). Izolacja ta musi być zapewniona między uzwojeniem pierwotnym a uzwojeniami wtórnymi i ekranem oraz względem rdzenia (zazwyczaj połączonych z masą urządzenia). Wytrzymałość izolacji określa się przez podanie tzw. *napięcia próby* i czasu jej trwania. Dla transformatorów produkcji krajowej przewidzianych do stosowania w sprzęcie powszechnego użytku stosuje się napięcie próby 2,5 kV i czas jej przeprowadzania wynosi 60 s, lub 3,6 kV z czasem próby 4 s. Wytrzymałość izolacji między niskonapięciowymi uzwojeniami wtórnymi sprawdzana jest napięciem 500 V w czasie 60 s.

Do charakterystycznych cech transformatora zaliczany jest rodzaj rdzenia, wymiary zewnętrzne i rodzaj oraz rozmieszczenie punktów mocowania. Niektóre transformatory wyposażane są w osłony ekranujące, których jednak najważniejszym zadaniem w transformatorach sieciowych jest ochrona przed rozprzestrzenianiem się ognia w przypadku zapalenia transformatora. Osłony takie wymagane są w USA i Kanadzie.

W przypadku transformatorów sprzęgających najważniejszym parametrem jest *przekładnia transformatora*. Drugim w kolejności parametrem jest *indukcyjność główna* uzwojenia pierwotnego, wpływająca bezpośrednio na najniższą częstotliwość przenoszoną. Górna częstotliwość graniczna będzie zdeterminowana *indukcyjnością rozproszenia* i *pojemnością własną* uzwojenia pierwotnego. Te same parametry są istotne dla transformatora głośnikowego, a dodatkowo jego moc znamionowa. Dla transformatorów symetryzujących istotnym będzie *współczynnik niesymetrii*, określający w % dopuszczalną niesymetrię napięć wtórnych (pierwotnych). Dla transformatorów szerokopasmowych ważne będą: *przekładnia* i *szerokość pasma* określana przez podanie dolnej i górnej częstotliwości granicznych.

◇ Redakcja

Pokwitowanie dla wpłacającego	Odcinek dla banku	Odcinek dla poczty
zł..... słownie..... wpłacający.....	zł..... słownie..... wpłacający.....	zł..... słownie..... wpłacający.....
dokładny adres na rachunek:	dokładny adres na rachunek:	dokładny adres na rachunek:
ARTKELE ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra	ARTKELE ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra	ARTKELE ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra
Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541
 Oplata zł..... datownik podpis przyjm.	 Oplata zł..... datownik podpis przyjm.	 Oplata zł..... datownik podpis przyjm.

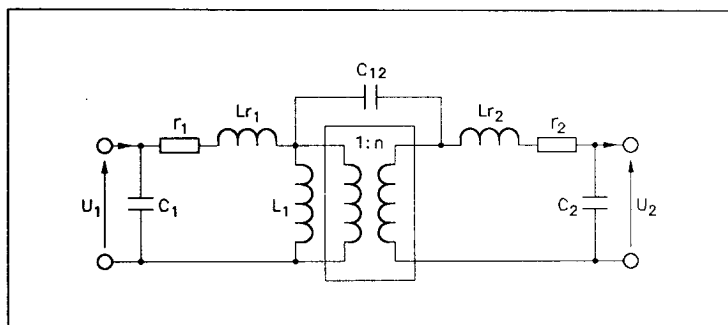
Zamawiam prawnym: PRAKTYCZNY ELEKTRONIK		Zamawiam prawnym: PRAKTYCZNY ELEKTRONIK		Zamawiam prawnym: PRAKTYCZNY ELEKTRONIK		Zamawiam prawnym: PRAKTYCZNY ELEKTRONIK	
wybrany okres prawnym zaznaczyć krzyżkiem		wybrany okres prawnym zaznaczyć krzyżkiem		wybrany okres prawnym zaznaczyć krzyżkiem		wybrany okres prawnym zaznaczyć krzyżkiem	
I kwartał 1997r. 8,10 zł	II kwartał 1997r. 8,10 zł	III kwartał 1997r. 8,10 zł	IV kwartał 1997r. 8,10 zł	I kwartał 1997r. 8,10 zł	II kwartał 1997r. 8,10 zł	III kwartał 1997r. 8,10 zł	IV kwartał 1997r. 8,10 zł
Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 2,70 zł (27.000 zł)		Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 2,70 zł (27.000 zł)		Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 2,70 zł (27.000 zł)		Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 2,70 zł (27.000 zł)	
ADRES WYSYŁKI:		ADRES WYSYŁKI:		ADRES WYSYŁKI:		ADRES WYSYŁKI:	
nazwisko (lub firma)		nazwisko (lub firma)		nazwisko (lub firma)		nazwisko (lub firma)	
ulica/numer domu		ulica/numer domu		ulica/numer domu		ulica/numer domu	
kod pocztowy		kod pocztowy		kod pocztowy		kod pocztowy	
miejscowość		miejscowość		miejscowość		miejscowość	
kupon ważny do 20.12.1996r.		kupon ważny do 20.12.1996r.		kupon ważny do 20.12.1996r.		kupon ważny do 20.12.1996r.	

Oprócz podanych parametrów użytkowych transformator posiada parametry szcztkowe umożliwiające określenie jego wpływu na parametry układu, w którym jest stosowany. Parametry te opiszemy na podstawie schematu zastępczego transformatora pokazanego na rys. 6.

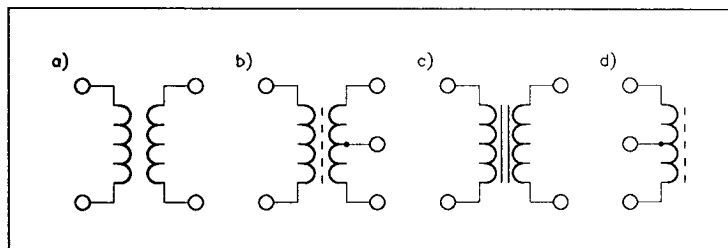
W środku schematu znajduje się transformator idealny reprezentujący przekładnię transformatora n . Indukcyjność L_1 to *indukcyjność magnetyczna* uzwojenia pierwotnego zwana także *indukcyjnością główną*. Wielkość tej indukcyjności wynika ze strumienia obejmującego oba uzwojenia. L_{r1} to *indukcyjność rozproszenia* uzwojenia pierwotnego reprezentująca strumień magnetyczny rozproszony tego uzwojenia. Rezystancja r_1 przedstawia sumaryczne straty mocy w uzwojeniu pierwotnym. Straty te wynikają z rzeczywistej rezystancji drutu nawojowego oraz strat w rdzeniu.

Straty w rdzeniu składają się ze strat na przemagnesowywanie rdzenia (tzw. straty na histerezę) i strat wskutek występowania prądów wirowych. Prądy wirowe to prądy indukowane i zamykające się w rdzeniu w wyniku oddziaływania własnego pola magnetycznego. Przepływy ich powoduje dodatkowe obciążenie uzwojenia pierwotnego. Zmniejszenie strat na prądy wirowe uzyskuje się przez wykonywanie rdzenia z blach o dużej rezystywności (blachy krzemowe) oraz przez zmniejszenie grubości blach. Kolejnym krokiem jest zastosowanie rdzenia ferrytowego o jeszcze większej rezystywności.

Pojemność C_1 to *pojemność własna* uzwojenia pierwotnego. Pojemność między uzwojeniami reprezentuje C_{12} . Indukcyjność L_{r2} to *indukcyjność rozproszenia* uzwojenia wtórnego wynikająca z istnienia strumienia magnetycznego rozproszonego wytworzonego podczas przepływu prądu w uzwojeniu wtórnym. Rezystancja r_2 to w zasadzie rezystancja drutu uzwojenia wtórnego powodująca spadek napięcia wyjściowego ze wzrostem pobieranego prądu oraz straty energii wydzielane w postaci ciepła. Pojemność C_2 jest *pojemnością własną* uzwojenia wtórnego.



Rys. 6 Schemat zastępczy transformatora



Rys. 7 Oznaczenia schematowe transformatorów

Większe znaczenie dla działania układu z transformatorem mają parametry uzwojenia pierwotnego. Działanie indukcyjności głównej i rozproszonej już podaliśmy. Istnienie pojemności własnej uzwojenia powoduje powstanie szkodliwego rezonansu zniekształcającego charakterystykę przenoszenia transformatora. Dla zmniejszenia jej wpływu równolegle do uzwojenia pierwotnego podłącza się szeregowe dwójniki RC w transformatorach sprzęgających i głośnikowych.

Działanie pojemności między uzwojeniami objawia się dopiero przy wysokich częstotliwościach dając dodatkowe przenikanie sygnału. Często sygnałami przenikającymi mogą być sygnały zakłócające. Zmniejszenie pojemności między uzwojeniami można uzyskać przez wykonanie między uzwojeniami ekranu elektrostatycznego w formie zwoju z folii miedzianej. Zwój ten nie może być zamknięty (zwarty) i musi być uziemiony.

Stosowanie transformatorów

Zacniemy od oznaczeń schematowych transformatorów pokazanych na rys. 7. Pierwsze przedstawione na rys. 7a, jest oznaczeniem transformatora powietrznego. Na rys. 7b pokazany jest transformator z rdzeniem ferrytowym. Rdzeń ferrytowy zaznaczony jest w formie linii przerywanej. Jedno z uzwojeń tego transformatora jest uzwojeniem symetryzującym lub z tzw. odczepem (działające na zasadzie autotransformatora). Można je oczywiście traktować jako dwa niezależne uzwojenia, których wyprowadzenia zostały połączone. Rys. 7c prezentuje transformator z rdzeniem żelaznym. Rdzeń żelazny zaznacza się jako dwie lub jedna kreska ciągła między uzwojeniami. Ostatni rysunek 7d pokazuje oznaczenie autotransformatora z rdzeniem ferrytowym.

Spotyka się oznaczenia elementów indukcyjnych w tym transformatorów jako zaczernione prostokąty. Ekran między uzwojeniami rysuje się linią przerywaną, a koniec tej linii jest łączony do masy układu lub uziemiony.

Określenie mocy znamionowej transformatora realizuje się przez zsumowanie wszystkich mocy wydzielanych w uzwoje-

niach wtórnych i podzielenie przez przewidywaną sprawność transformatora. Często stosowany jest dobór mocy transformatora na tzw. najgorszy przypadek. Najgorszy przypadek dotyczy transformatora, którego uzwojenia wtórne są obciążone maksymalnym prądem. W transformatorze pracującym przy stałych obciążeniach moc pobierana jest stała i można tę sytuację zaliczyć do najgorszego przypadku. Dotyczy to np. uzwojeń wykorzystanych do oświetlenia. W przypadku transformatora zasilającego, pracującego w zasilaczu wzmacniacza mocy klasy B wykonanie transformatora na najgorszy przypadek stanowić będzie rozrzutność. Maksymalne obciążenie transformatora realizowane jest chwilowo w szczytach mocy wyjściowej. Transformator zasilający do takiego wzmacniacza może być z powodzeniem projektowany na 50% maksymalnej mocy pobieranej. Wskazane jest wówczas wyposażać transformator w zabezpieczenie termiczne, aby zabezpieczyć się przed wielbicielami hard – rocka, hołdującymi zasadzie wykorzystywania pełnych możliwości wzmacniacza a przy okazji i zasilacza.

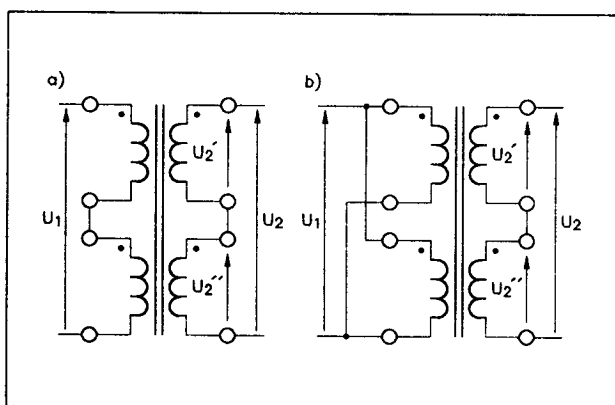
Już wcześniej zwrócono uwagę czytelników na konieczność prawidłowych połączeń uzwojeń transformatora dwucelowego. Problem ten może pojawić się przy okazji przeróbki transformatora w celu dopasowania np. napięć wyjściowych do wielkości wymaganych przez projektanta układu. Odwrotne połączenie cewek uzwojenia pierwotnego spowoduje wzajemne skompensowanie strumieni magnetycznych cewek, które objawi się w postaci zwarcia napięcia zasilającego.

Możliwe są dwa przypadki połączeń uzwojeń pierwotnych pokazane na rys. 8. Rys. 8a przedstawia szeregowe połączenie uzwojeń, a rys. 8b równoległe.

Nie należy sugerować się oznaczeniami początków i końców uzwojeń wynikającymi z jednakowego kierunku nawinięcia. Należy znaleźć wyprowadzenia transformatora dla których wpływający (lub wyptywający) prąd wytworzy strumienie o tym samym kierunku, dodające się w zamkniętym rdzeniu "O", na którego kolumnach są umieszczone cewki. Pomocna w tym może być reguła prawej ręki znana z lekcji fizyki. Palce należy położyć na cewce w kierunku przepływu prądu (nawinięcia zwojów), a odchylony kciuk wskaże kierunek pola magnetycznego. Zaznaczone na rys. 8 kropki oznaczają właśnie wyprowadzenia zapewniające ten sam kierunek strumienia wytworzonego przez obie cewki.

Używając tradycyjnych oznaczeń końców i początków wyprowadzeń, należy przy szeregowym łączeniu uzwojeń pierwotnych połączyć koniec pierwszego uzwojenia z końcem drugiego. Przy równoległym należy połączyć naprzemian razem końce i początki obu uzwojeń. Dotyczy to uzwojeń nawiniętych w tym samym kierunku.

Uzwojenia wtórne takich transformatorów najczęściej łączone są szeregowo i wtedy po prostu praktycznie można sprawdzić woltomierzem napięcie każdego z uzwojeń i napięcie na ich skrajnych zaciskach. Napięcie na zaciskach skrajnych powinno być równe sumie napięć składowych. Brak napięcia lub bardzo mała jego wartość świadczą o połączeniu w kierunku odwrotnym. Eksperymenty z nieobciążonymi uzwojeniami wtórnymi są mniej groźne niż z uzwojeniami pierwotnymi.



Rys. 8 Połączenia transformatora dwuczewkowego

Pamiętać trzeba także o zachowaniu bezpieczeństwa przy kontakcie z napięciem sieciowym. Przed wykonywaniem połączeń upewnić się czy zostało wyłączone zasilanie transformatora. Z uwagi na wyżej wymienione problemy przy przeróbkach transformatorów sieciowych nie należy ingerować w uzwojenia pierwotne, a przed rozebraniem transformatora zapamiętać dokładnie ich połączenie.

"Przeróbka" transformatora dotyczy zmiany napięcia wyjściowego transformatora lub uzyskania dodatkowego napięcia w sytuacji braku możliwości zdobycia transformatora o wymaganych parametrach. Inna sytuacja dotyczy zmiany drutu uzwojenia na drut o większej średnicy wymagany przy większym prądzie pobieranym. Należy dobrać dostępny transformator spełniający warunki mocy (moc znamionowa większa od sumy mocy pobieranych) i o napięciach zbliżonych do wartości wymaganych. Jeśli napięcia te będą większe od wymaganych to należy odwinąć odpowiednią ilość zwojów. Jeśli będą mniejsze niezbędne będzie dowieńcie zwojów. Najpierw należy sprawdzić czy w oknie transformatora będzie miejsce na dodatkowe zwoje i zaopatrzyć się w odpowiedni drut nawojowy. Przekrój drutu powinien za-

pewniać gęstość prądu $3 - 5 \text{ A/mm}^2$.

$$J = I/s$$

gdzie: J – gęstość prądu [A/mm^2],

I – prąd [A],

s – przekrój drutu [mm^2].

$$s = \pi d^2/4$$

gdzie: d – średnica drutu [mm].

Przed rozebraniem transformatora należy określić istotny dla przeróbek parametr jakim jest *ilość zwojów na wolt* N_V [z/V]. Współczynnik ten bowiem pozwoli na określenie liczby zwojów jakie należy odwinąć czy dowieńcie. Można ten współczynnik znaleźć na podstawie ilości zwojów uzwojenia i napięcia na nim.

$$N_V = z/U$$

gdzie: z – ilość zwojów uzwojenia,

U – napięcie zmierzone na uzwojeniu [V].

Jeśli będziemy usuwali jakieś uzwojenie, to należy zmierzyć napięcie na nim przed przeróbką transformatora i policzyć zwoje przy jego odwijaniu. Można do tego celu specjalnie nawinąć uzwojenie np. 10 zwojów przewodem w izolacji i zmierzyć napięcie na nim, a następnie obliczyć współczynnik N_V . Obliczenie ilości zwojów do dowieńcia lub odwieńcia należy wykonać po określeniu różnicy napięć przed i po przeróbce.

$$U = U_1 - U_2$$

$$z = UN_V$$

Przy dowieńciu starannie połączyć drut dowieńcowego uzwojenia z końcem dotychczasowego i zaizolować punkt połączenia aby nie powstało zwarcie. Bardzo ważne jest zachowanie tego samego kierunku nawijania. Nie trzeba odwijać innych uzwojeń jeśli dowieńcane leży pod nimi. Dodatkowe uzwojenie może być nawinięte na nich. Pamiętać trzeba wtedy o zapewnieniu izolacji między uzwojeniami. Nie nawijać uzwojeń do skrajów karkasu lecz z odstępem 2 – 3 mm.

Dużą uwagę należy zwrócić na staranny montaż transformatora po przeróbce. Starać się trzeba aby złożyć ponownie wszystkie blachy rdzenia. Obejmy muszą być dokładnie zaciśnięte, aby uniknąć niepożądanych efektów akustycznych. Po złożeniu rdzenia należy sprawdzić czy uzyskane napięcia są zgodne z oczekiwanymi. Jeszcze raz podkreślamy konieczność zachowania wymogów bezpieczeństwa – **napięcie sieci energetycznej**.

◇ Ciąg dalszy w następnym numerze.

Jednozakresowy woltomierz – amperomierz 3 i 1/2 cyfry

Wiele urządzeń budowanych przez amatorów wymaga zastosowania woltomierza. Najprostszym rozwiązaniem tego problemu jest zmontowanie układu opisanego w poniższym artykule. Woltomierz zasilany jest pojedynczym napięciem. Po zastosowaniu bocznika może służyć też jako jednozakresowy amperomierz.

Opis układu

Do budowy woltomierza wykorzystano popularny, ogólnie dostępny i stosunkowo niedrogi układ ICL 7107. Umożliwia on prostą budowę woltomierza cyfrowego bezpośrednio współpracującego z wyświetlaczami LED o wspólnej anodzie. Układ pracuje w oparciu o zasadę podwójnego całkowania i zapewnia dokładność $0,1\% \pm 1$ cyfra. Wyposażony on jest w układ automatycznego zerowania i wyświetlania zmiany polaryzacji napięcia wejściowego. Wynik pomiaru wyświetlany na wyświetlaczu 3 i 1/2 cyfry w zakresie od -999 do 999.

Wadą układu jest konieczność zasilania go napięciem symetrycznym. Konstrukcje oparte na układzie ICL 7107 można znaleźć w większości czasopism elektronicznych, lecz niestety nie wszystkie rozwiązania tam przedstawione będą pracowały poprawnie. Wiąże się to z problemem zakłóceń powstających w wyniku przepływu stosunkowo dużego prądu wyświetlaczy LED. Dla poprawnej pracy woltomierza istotny jest także układ ścieżek masy. Problem ten odpada w woltomierzach ICL 7106 przeznaczonych do współpracy z wyświetlaczami ciekłokrystalicznymi.

Woltomierz wyposażono w zasilacz dostarczający napięcia stabilizowanego $+5\text{ V}$, z którego zasilane są

wyświetlacze, układ ICL 7107 i miniaturowa kondensatorowa przetwornica $+5\text{ V}$ na -5 V . Do budowy przetwornicy wykorzystano układ ICL 7660 opisany dokładnie w PE 4/96. Dzięki zastosowaniu przetwornicy woltomierz może być zasilany pojedynczym napięciem.

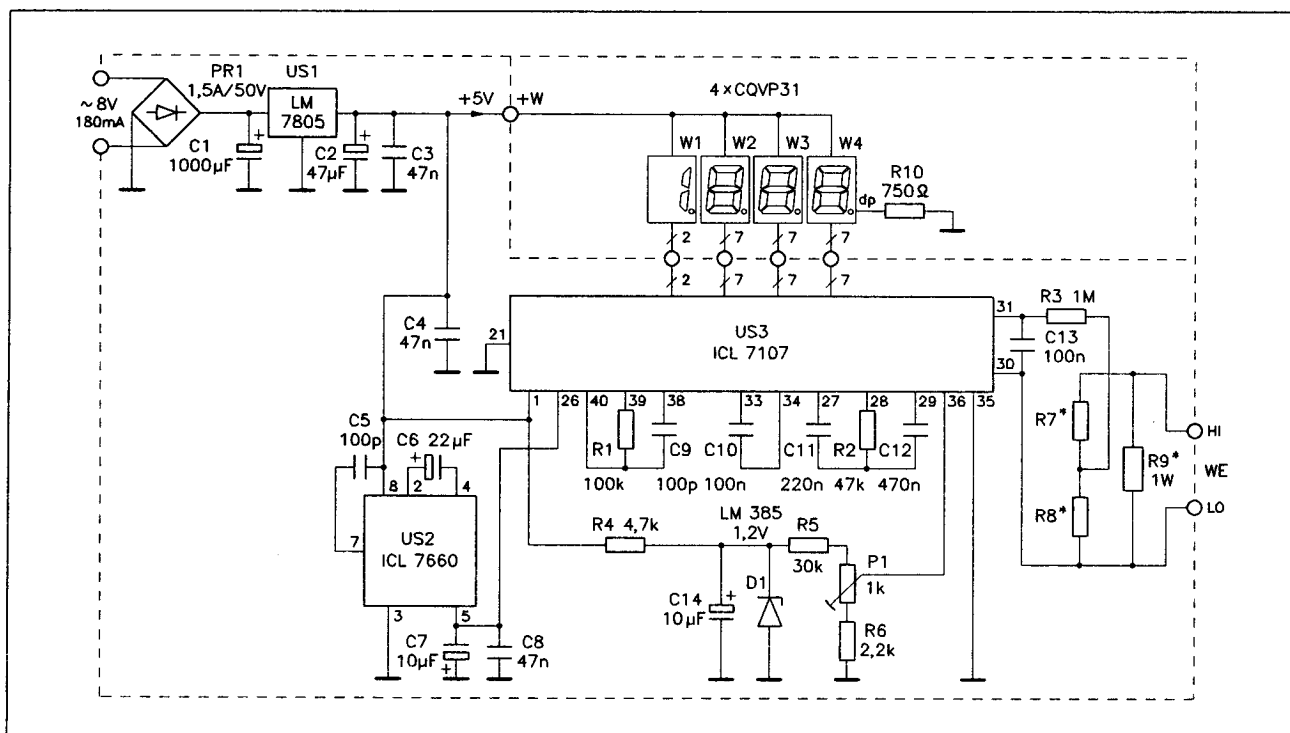
Jako źródło napięcia odniesienia zastosowano wysokostabilną diodę referencyjną LM 385 – $1,2\text{ V}$. Napięcie referencyjne doprowadzane do układu całkowącego ma wartość 100 mV . Dokładną regulację napięcia umożliwiał potencjometr P1.

Napięcie mierzone doprowadzane jest do zacisków HI (biegun dodatni) i LO (biegun ujemny). Na wejściu US1 znajduje się dzielnik wejściowy R7 i R8. Zmieniając wartości rezystorów R7 i R8 można wybrać jeden z czterech zakresów pomiarowych. Rezystancja wejściowa woltomierza wynosi $1\text{ M}\Omega$ i może zostać zwiększona do $10\text{ M}\Omega$ jeżeli wartości rezystorów podane w tabeli zwiększy się dziesięciokrotnie.

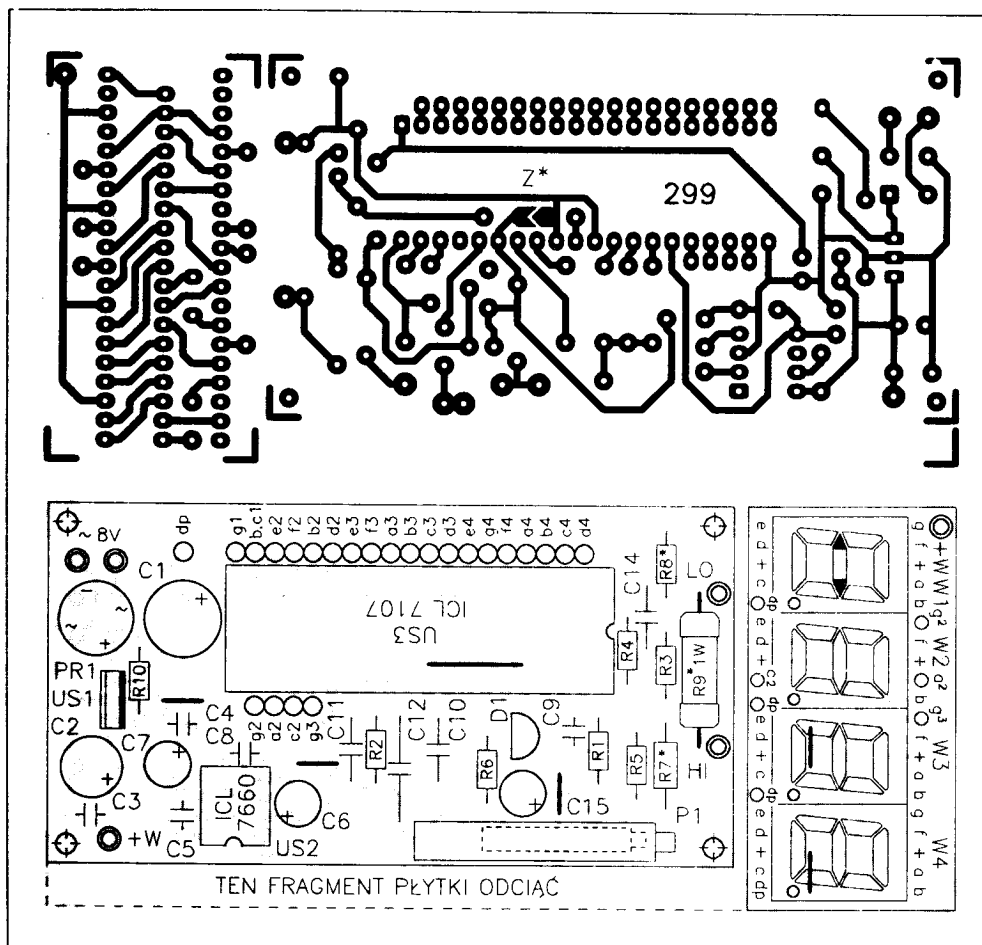
Układ może także pracować jako amperomierz. W takim przypadku nie montuje się rezystora R8, a zamiast R7 montuje się zworę. Rezystor R9 tworzy bocznik, na którym odkłada się napięcie proporcjonalne do przepływającego prądu. Wartości rezystora R9 dla różnych zakresów pomiarowych podano w tabeli 1.

Montaż i uruchomienie

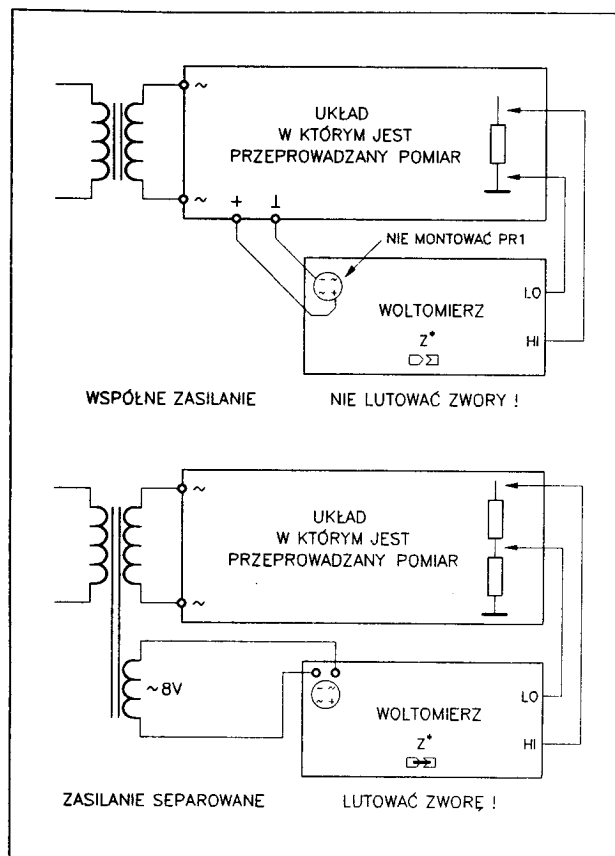
Przed przystąpieniem do montażu odcina się fragment płytki z wyświetlaczami. Układ woltomierza może być także zasilany napięciem stałym niestabilizowanym $+7\text{ V}$ do $+12\text{ V}$.



Rys. 1 Schemat ideowy woltomierza jednozakresowego



Rys. 2 Płytkę drukowaną i rozmieszczenie elementów



Rys. 3 Schemat połączenia woltomierza z urządzeniem, w którym dokonywany jest pomiar

W takim przypadku konieczne należy pominąć prostownik PR1, a przewody zasilające wlotować bezpośrednio w miejsca nóżek "+" i "-" prostownika. Woltomierz pobiera prąd ok. 180 mA dlatego też stabilizator US1 powinien posiadać niewielki radiator z blachy aluminiowej.

Nie zaleca się zasilania układu napięciem stabilizowanym +5 V doprowadzanym z zewnętrznego stabilizatora, gdyż może to doprowadzić do zakłóceń w pracy woltomierza spowodowanych spadkami napięcia na przewodach zasilających.

Gdy zasilanie woltomierza doprowadza się z tego samego układu w którym dokonuje on pomiaru napięcia lub prądu końcówka LO musi być połączona z masą.

W takim przypadku nie montuje się zwojów Z*, a masę zasilania doprowadza się z zasilacza. Natomiast masę połączoną z zaciskiem LO doprowadza się oddzielnie bezpośrednio z elementu na którym mierzony jest spadek napięcia.

W przypadku gdy woltomierz ma mierzyć spadek napięcia lub prąd na elemencie, który nie jest połączony z masą układu, należy zastosować odrębne zasilanie, odseparowane galwanicznie od układu badanego. W tym przypadku zwoję Z* montuje się łącząc ze sobą kropką cyny dwa pola w kształcie litery V (tzw. sierżant). Powyższe uwagi są bardzo istotne i mają wpływ na stabilność wskazań. Przy nieprawidłowym połączeniu obwodu pomiarowego na przewodach masy powstaną spadki napięcia wynikające z przepływu zmieniającego się w zależności od wskazań wyświetlaczy prądu, który będzie zakłócał pracę woltomierza. Objawi się to ciągłym zmienianiem się wartości na ostatniej cyfrze wyświetlacza. Jeżeli wskazania ostatniej cyfry zmieniają się o 1 np. z 8 na 9 to zjawisko takie jest normalne i wynika z błędu dyskretyzacji. Natomiast zmiana o 2 lub więcej jednostek np. z 6 na 8 świadczy o występowaniu zakłóceń.

W zależności od wybranego zakresu należy zamontować elementy R7, R8, R9 o wartościach podanych w tabeli 1. Tolerancja wykonania rezystorów może wynosić 5%, gdyż niedokładności podziału zostaną wyeliminowane podczas regulacji. Jeżeli jest to możliwe wska-

zane jest zastosowanie rezystorów o wyższej dokładności np 2%, 1% gdyż charakteryzują się one wyższą stabilnością w czasie i lepszym temperaturowym współczynnikiem rezystancji.

Tabela 1 Wartości elementów dla różnych zakresów woltomierza i amperomierza

Zakres pomiarowy	Wskazanie	R7 [MΩ]	R8 [kΩ]	R9 [Ω]
200 mV	199,9	Z	1000	—
2 V	1,999	1	110	—
20 V	19,99	1	10	—
200 V	199,9	1	1	—
200 μA	199,9	Z	—	1000/0,25 W
2 mA	1,999	Z	—	100/0,25 W
20 mA	19,99	Z	—	10/0,5 W
200 mA	199,9	Z	—	1/0,5 W
2 A	1,999	Z	—	0,1/1 W

Uwaga:

"—" — oznacza brak elementu

Z — oznacza zworę zamontowaną w miejscu elementu

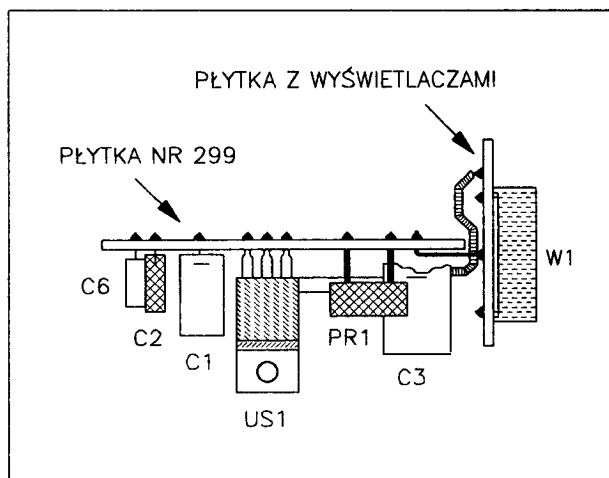
Układ ICL 7107 dla bezpieczeństwa montuje się na samym końcu, wskazane jest zastosowanie podstawki. Po Zamontowaniu wszystkich elementów do płytki wyświetlaczy należy przylutować prostopadle do płytki 19 odcinków drutu o długości ok. 2 cm. Drut lutuje się od strony ścieżek do rzędu otworów umieszczonych w połowie wysokości wyświetlaczy. Następnie końce wszystkich drutów zagina się pod kątem prostym do góry w odległości ok. 8 mm od powierzchni płytki. Zagięte końce drutów wkłada się w otwory w płytce głównej i lutuje tak jak pokazano to na rysunku 3. Teraz pozostaje jeszcze podłączyć ze sobą odcinkami przewodów izolowanych pola +W, g2, a2, c2, g3. Pola te posiadają takie same oznaczenia na obu płytkach. Do płytki wyświetlaczy przewody lutuje się po stronie druku. Ostatnią czynnością jest połączenie przewodem pola "dp" z kropką dziesiątą na jednym z wyświetlaczy. Położenie zapalanej kropki zależeć będzie od zakresu na którym będzie pracował woltomierz (patrz Tabela 1).

Układ ICL 7107 automatycznie wyświetla znak minus przy zmianie polaryzacji napięcia doprowadzonego do wejścia pomiarowego. Jako znak minus wykorzystano segment "g" wyświetlacza W1. Jeżeli na wyświetlaczu W1 równocześnie zapalona jest jedynka i znak minus, to symbol ten nie jest czytelny. Dlatego też należy zamalować czarnym tuszem końce segmentu "g" w taki sposób jak zrobiono to na rysunku rozmieszczenia elementów.

Po włączeniu napięcia zasilania wskazane jest sprawdzenie napięć dostarczanych przez stabilizatory US1 i US2 — powinny one wynosić +5 V i napięcia z przetwornicy US3 (nóżka 5) —5 V.

Podczas regulacji woltomierza do wejścia HI i LO doprowadza się napięcie bliskie napięciu maksymalnemu zakresu na jaki wykonany jest układ. Napięcie to kontroluje się woltomierzem wzorcowym. Potencjometrem

P1 ustawia się wartość napięcia pokazywaną na wyświetlaczu taką samą jak pokazuje woltomierz wzorcowy.



Rys. 4 Połączenie płytki woltomierza z płytką wyświetlaczy

W przypadku amperomierza w szereg z wejściem HI łączy się amperomierz wzorcowy. Podobnie jak w przypadku woltomierza potencjometrem P1 ustawia się wartość prądu pokazywaną na wyświetlaczu taką samą jak pokazuje amperomierz wzorcowy.

Czynności regulacyjne wykonuje się kilka minut po włączeniu miernika. Po dokonaniu regulacji miernik powinien być wygrzewany przez ok. 48 godzin, po czym ponownie należy wykonać regulację.

Dokładność pomiaru zależy w dużym stopniu od zastosowanych elementów. Decydujące znaczenie ma dioda referencyjna D1. Należy stosować tylko typ podany w wykazie elementów, lub ściśle zamiennik np. (ICL 8069). Także duże znaczenie na typ kondensatorów C10, C11, C12. Wszystkie powinny być styroflexowe KSF, a co najmniej poliestrowe np. MKSE, MKT. W żadnym wypadku nie wolno stosować kondensatorów ceramicznych. Tolerancja wykonania kondensatorów nie ma żadnego znaczenia, lecz nie powinna przekraczać 10%.

Zasadniczy wpływ ma jakość kondensatora całkowitego C11. Chcąc sprawdzić, czy kondensator ten ma małą stratność i małe napięcie resztkowe należy wylutować rezystor R8 i R9, a wejście HI połączyć z nóżką 36 układu ICL 7107. Wtedy woltomierz będzie mierzył własne napięcie referencyjne. Na wyświetlaczu powinien pojawić się wynik 1000 lub 999 (jest to przypadek idealny). W praktyce można uznać że kondensator jest dobry jeżeli wynik będzie zmieniał się w granicach 998, 999. Przy takiej kontroli woltomierza nie ma znaczenia ustawienie potencjometru P1, gdyż woltomierz mierzy to samo napięcie, które jest dla niego wzorcem.

Wykaz elementów

US1	— LM 7805
US2	— ICL 7660
US3	— ICL 7107 (K 572 PW2 prod. byłego ZSRR)

D1	– LM 385 1,2 V (ICL 8069)
W1÷W4	– CQVP 31 wspólna anoda
PR1	– 1,5 A/50 V mostek prostowniczy
R10	– 750 Ω /0,25 W
R6	– 2,2 k Ω /0,125 W
R4	– 4,7 k Ω /0,125 W
R5	– 30 k Ω /0,125 W
R2	– 47 k Ω /0,125 W
R1	– 100 k Ω /0,125 W
R3	– 1 M Ω /0,125 W
P1	– 1 k Ω (dziesięcioobrotowy)
R7*	– patrz tabela 1
R8*	– patrz tabela 1
R9*	– patrz tabela 1
C5, C9	– 100 pF/50 V ceramiczny
C3, C4, C8	– 47 nF/50 V ceramiczny

C10, C13	– 100 nF/100 V MKSE-018-02
C11	– 220 nF/100 V MKSE-018-02
C12	– 470 nF/100 V MKSE-018-02
C7, C14	– 10 μ F/16 V 04/U
C6	– 22 μ F/16 V 04/U
C2	– 47 μ F/16 V 04/U
C1	– 1000 μ F/16 V 04/U
płytką drukowaną numer 299	

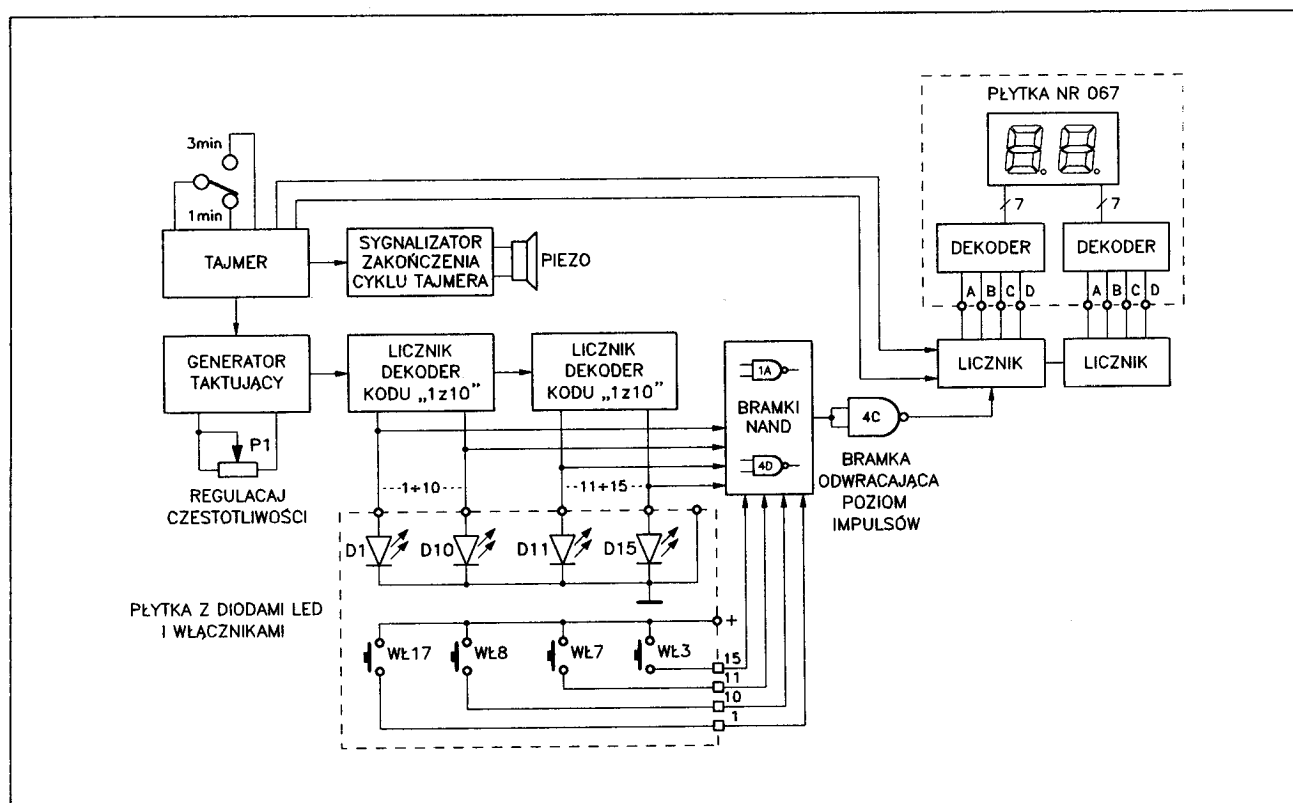
Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 2,97 zł (29.700 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ mgr inż. Dariusz Cichoński

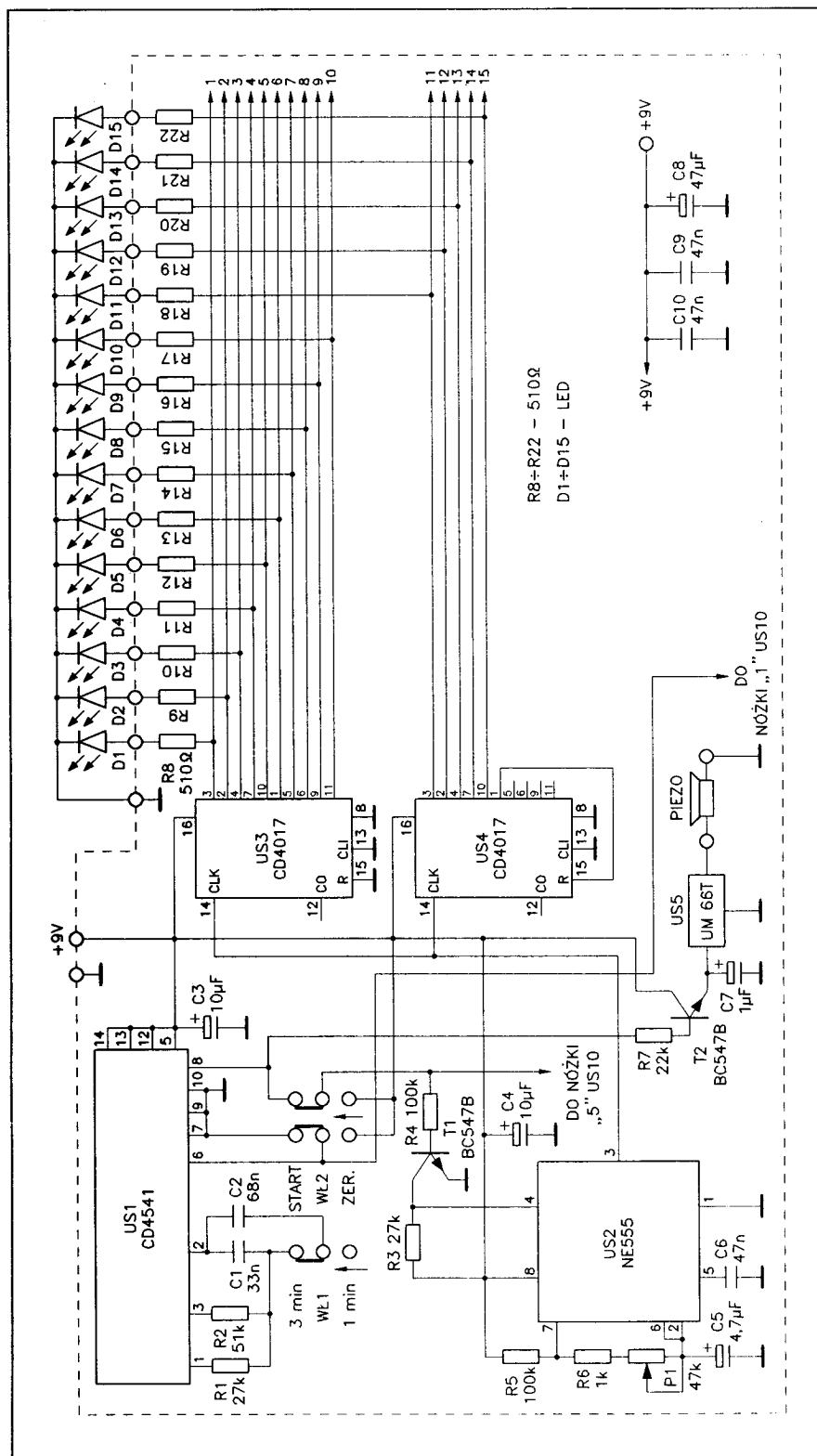
Zabawka – tester refleksu

W okresie jesieni i zimy większość czasu spędzamy w domu. Brak świeżego powietrza powoduje, że stajemy się bardziej senni i znużeni. Nasze reakcje stają się wolniejsze. Doskonałym ćwiczeniem na te dolegliwości, jest trenowanie refleksu. Zabawka którą przedstawia poniższy artykuł, zachęci do sprawdzenia samego siebie, zarówno małe dzieci jak i kierowców jeżdżących w kapeluszach.

Schemat blokowy układu testera refleksu umieszczony jest na rysunku 1. Urządzenie składa się z kilku bloków. Programowalnego tajmera, którym wybieramy czas trwania zabawy 1 lub 3 minuty. Generators taktującego, którego impulsy zliczane są przez liczniki Johnsona zawierające dekodery "1 z 10". Wyjścia liczników-dekoderów sterują diodami świecącymi oraz bramkami NAND. Sygnały z bramek po zsumowaniu doprowadzone są do licznika trafień połączonego z dekoderni kodu BCD na kod wskaźników siedmiosegmentowych.



Rys. 1 Schemat blokowy testera refleksu



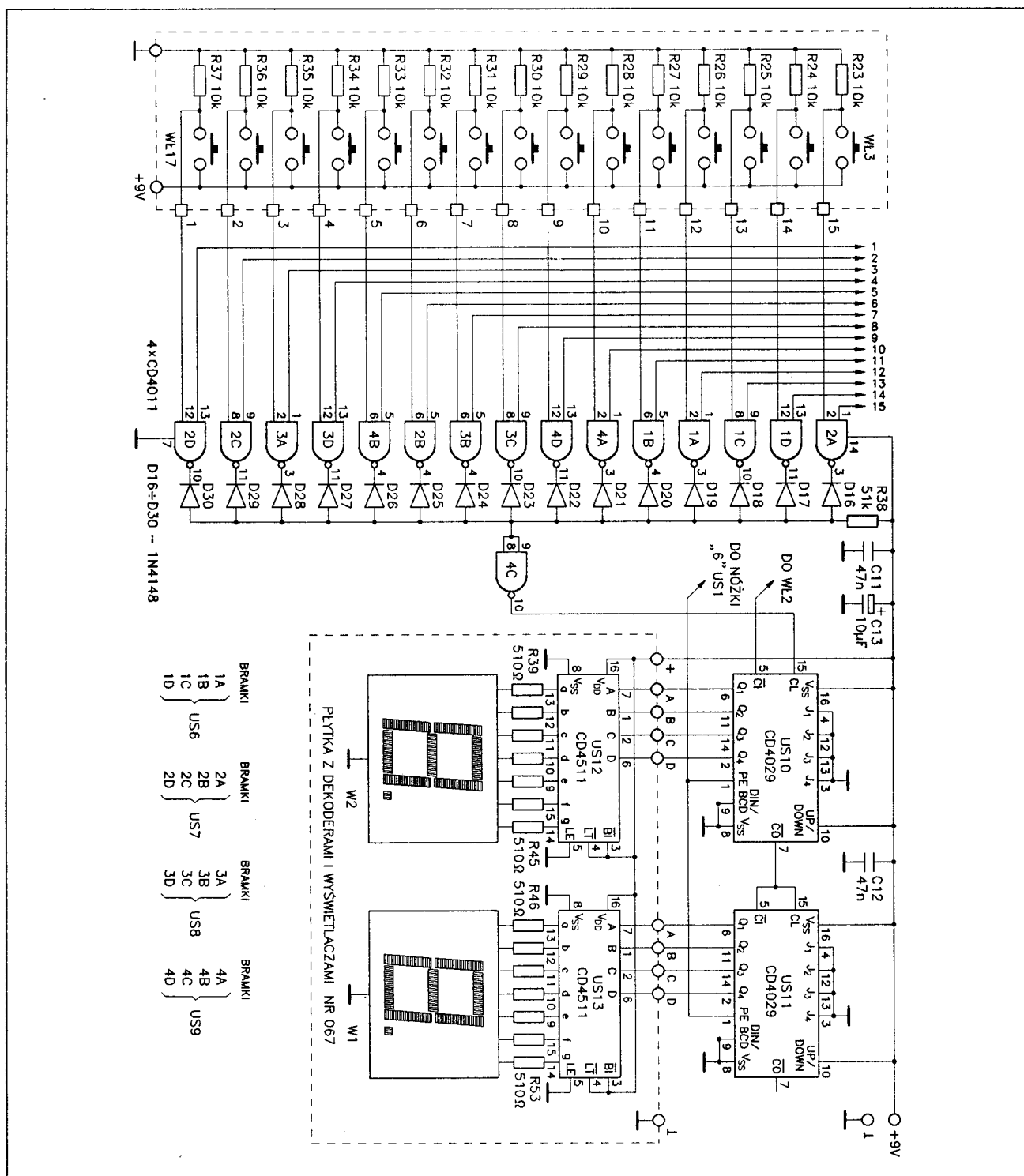
Rys. 2 Schemat ideowy testera refleksu cz. I

Zabawa polega na szybkim naciśnięciu mikrowłaznika nad którym losowo zapala się dioda LED. Zgodność stanu mikrowłaznika i zapalanej diody LED spowoduje wystąpienie impulsu do licznika sterującego dekoderni z wyświetlaczami. Wyświetlacze cyfrowe pokazują aktualną liczbę trafień w odpowiednie klawisze. Po odliczeniu ustawionego czasu, na wyjściu tajmera zmienia się stan z niskiego na wysoki. Zablockowany zostaje generator taktujący, a fakt ten sygnalizowany jest odegraniem melodyjki.

Schemat ideowy podzielony został na dwie części (Rys. 2 i 3. Tajmer US1 odlicza czas trwania gry, który może być zmieniany włącznikiem Wł1. Czas ten możemy dobrać zmieniając wartości kondensatorów C1 i C2. Test, zabawę rozpoczynamy od włączenia przetwornika Wł2 w pozycję "START", doprowadzając do wejścia wyzwalającego tajmera stan niski. W tym momencie na wyjściu 8 programowanego tajmera US1 (CD 4541) pojawi się zero logiczne. Spowoduje to zablokowanie tranzystora T1 i doprowadzenie jedynek do nóżki 4 tajmera US2 (NE 555). Gdy na nóżce 4 układu generatora impulsów (US2) pojawi się stan wysoki układ rozpocznie generowanie impulsów. Częstotliwość impulsów możemy zmieniać potencjometrem P1. Parametry generatora można dobrać indywidualnie, zmieniając wartości elementów P1 i C5.

Impulsy z generatora doprowadzone są do wejścia pierścieniowego licznika dziesiętnego US3 i US4 (CD 4017). Układy te posiadają wewnątrz dekoderni "1 z 10". Na jednym wyjściu licznika US3 jest stan wysoki, a na wszystkich pozostałych stan niski. W chwili pojawienia się dodatniego zbocza sygnału na wejściu zegarowym licznika jedynka z jednego wejścia zostaje przepisana na następne. Powoduje to zapalanie się jednej z diod świecących D1÷D10. Analogicznie pracuje licznik US4, z tą tylko różnicą, że cykl jego pracy został skrócony do pięciu. Licznik zapala diody D11÷D15. Zatem w czasie pracy układu będą się równocześnie świecić dwie diody.

Sygnały z wyjść licznika doprowadzone są także do wejść bramek NAND (układy US6 do US9). Na drugich wejścia tych bramek występuje stan niski, ponieważ podłączone są one przez rezystory R23÷R37 do masy. Zmianę stanu na tych wejściach uzyskujemy przez włączenie odpowiedniego mikrowłaznika. Na wejście jednej z bramek podawane jest wtedy napięcie zasilania.

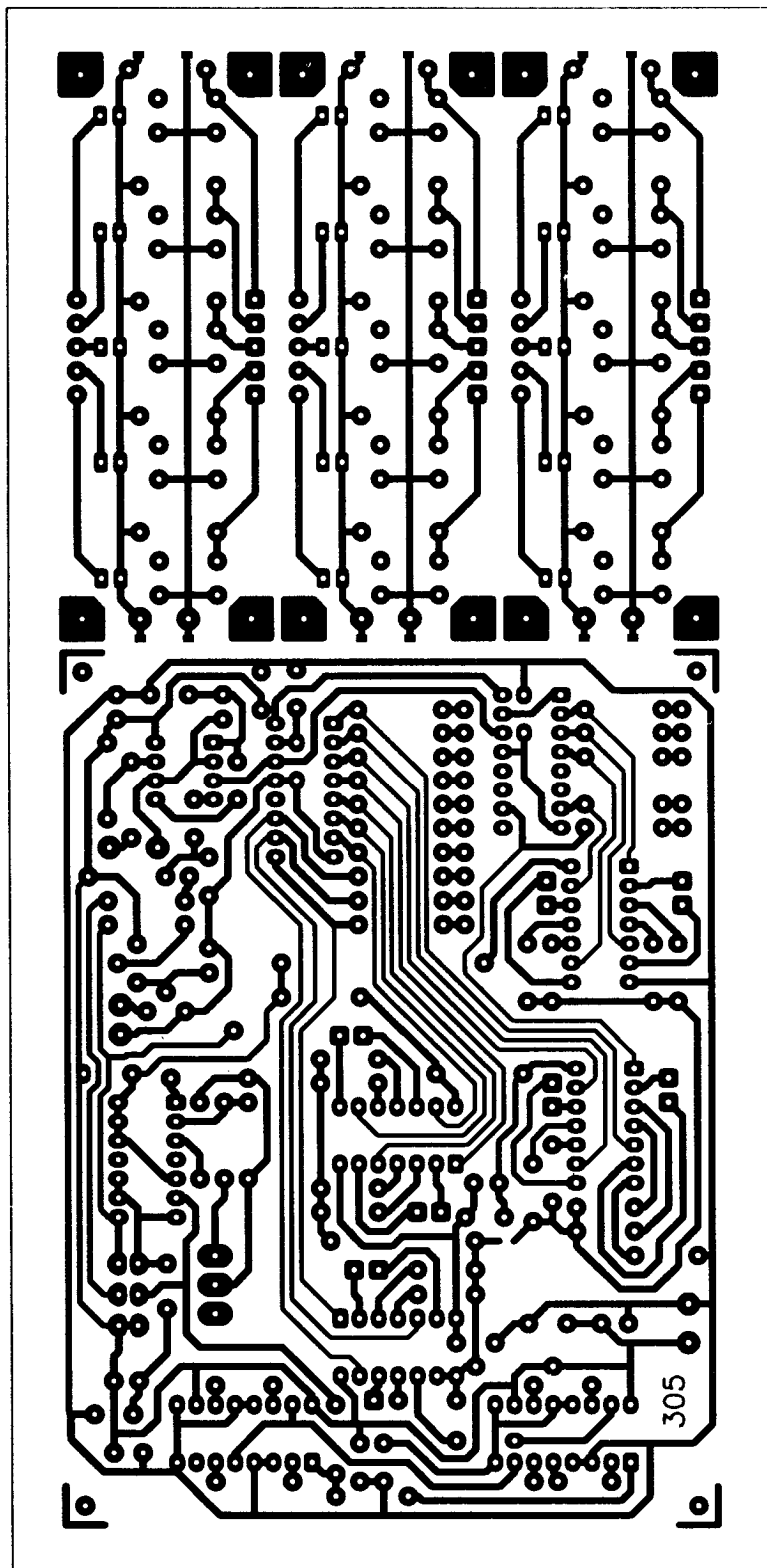


Rys. 3 Schemat ideowy testera refleksu cz. II

W takiej sytuacji na wyjściach wszystkich bramek występuje stan wysoki.

W czasie gdy zapalona jest dioda D1 do wejścia bramki 2D (nóżka 13 US7) doprowadzony jest stan wysoki. Jeżeli w czasie świecenia się diody D1 naciśnięty zostanie mikrowłazcznik WŁ17 umieszczony pod diodą D1, to wyjście bramki zmieni stan na niski. Stan ten utrzymany zostanie tylko gdy zaistnieje zgodność sygnałów na wejściach danej bramki. Przytrzymywanie włącznika dłużej nic nie da, ponieważ zmieni się stan

logiczny na wejściu bramki w chwili gdy zapali się inna dioda. Błędne naciśnięcie mikrowłazcznika, tzn. wtedy gdy nie pali się pod nim dioda nie spowoduje zmiany stanu na wyjściu bramki. Wyjścia wszystkich bramek połączone są diodami spolaryzowanymi przez rezystor R38. Układ taki spełnia funkcję iloczynu galwanicznego. Pojawienie się stanu niskiego na z wyjściu dowolnej bramki spowoduje zmianę stanu z wysokiego na niski. Faza tego sygnału zostaje odwrócona przez bramkę 4C spełniającą równocześnie funkcję separatora.



Rys. 4 Płytką drukowaną

Pojawienie się krótkotrwałego stanu wysokiego na wyj. bramki 4C, spowoduje zliczenie przez licznik synchroniczny (US10) impulsu. Licznik ten po zliczeniu do dziesięciu przekaże kolejny impuls do drugiego licznika (US11). Wyjścia tych liczników, połączone są z wejściami dekodów umieszczonych wraz z wyświetlaczami siedmiosegmentowymi, na dodatkowej płytce nr 067. Pojemność licznika wynosi 99 i jest to maksymalny wynik który ukaże się na wyświetlaczu. Po

przekroczeniu tego wyniku, wskazania będą zaczynać się od "00".

Po zakończeniu odliczania czasu gry przez tajmer US1 stan jego wyjścia (nóżka 8) zmienia się na wysoki. Powoduje to wysteroowanie tranzystora T1, który zwiera nóżkę 4 US2 z masą. Powoduje to zatrzymanie generatora impulsu US2. Sygnał z wyjścia tajmera doprowadzony zostaje do wejścia CI pierwszego licznika US10. Pojawienie się stanu wysokiego na tym wejściu blokuje licznik uniemożliwiając dalsze zliczanie impulsów. Na wyświetlaczach pozostanie liczba uzyskanych trafień w trakcie gry. Pojawienie się stanu wysokiego na wyjściu tajmera US1 spowoduje także włączenie tranzystora T2 i zagraenie melodijki przez układ US5. Po zakończeniu gry, w stanie spoczynku będą się świeciły dwie diody.

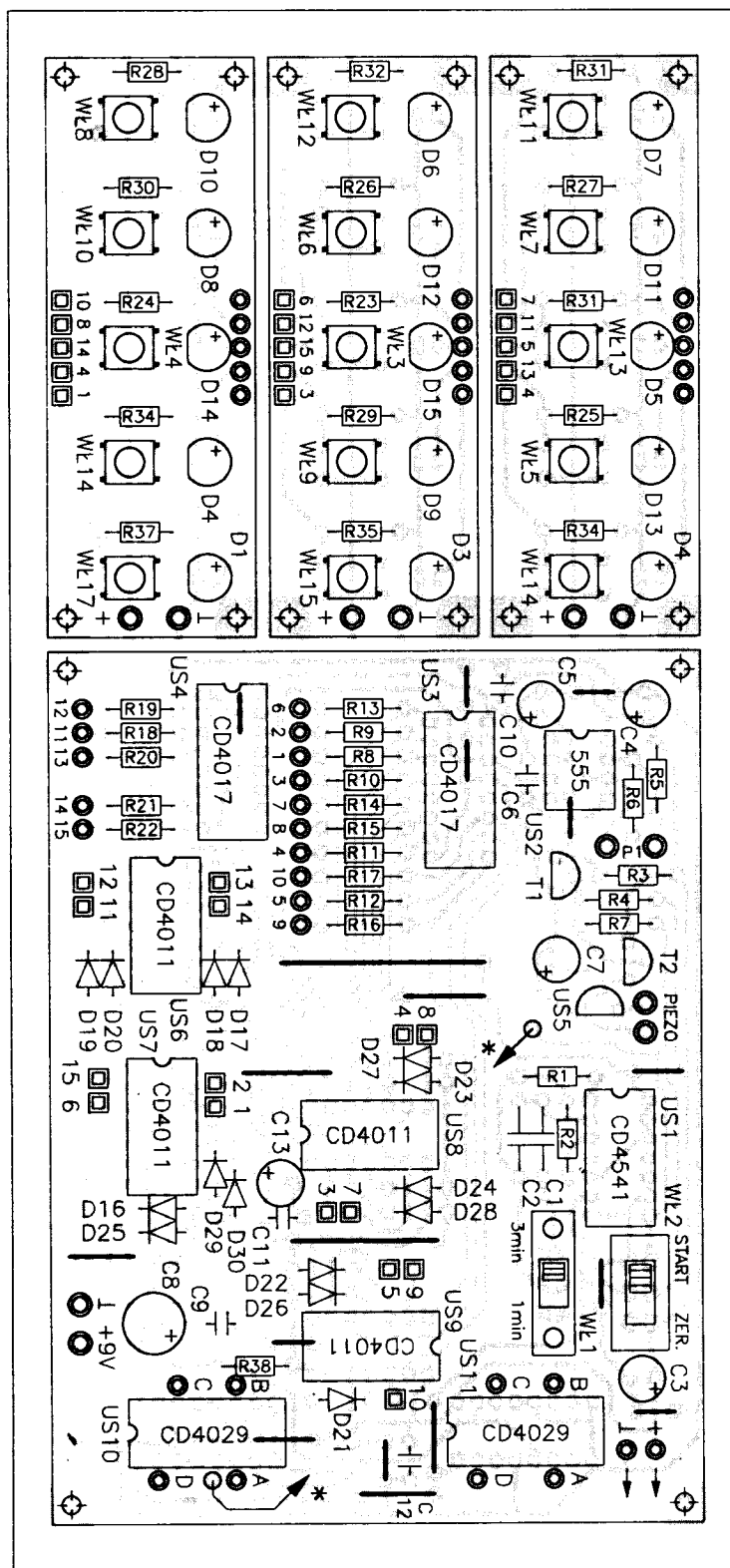
Zmiana położenia przełącznika w pozycję "ZEROWANIE" spowoduje doprowadzenie jedynki logicznej do wejścia wpisu równoległego PE obu liczników US10 i US11 (nóżka 1). Przepisywany jest wtedy stan z wejść J1÷J4 połączonych z masą na wyjścia Q1÷Q4. Spełnia to funkcję zerowania licznika – na wyświetlaczach pojawi się wynik "00". Ustawienie przełącznika w pozycję start wyzwoli tajmer US1 i rozpocznie się nowa gra.

Opis konstrukcji

Całe urządzenie składa się z trzech płytek drukowanych. Płytką drukowaną dekodów i wyświetlaczy, oznaczona na schemacie numerem 067, była publikowana w nr 7/93. Pozostałe płytki przedstawia rysunek 4.

Przed montażem elementów na płytce nr 305, musimy zdecydować o sposobie ustawienia klawiatury z diodami świecącymi i włącznikami. Jeżeli pozostawimy ją w takiej postaci jak na rysunku montażowym (rys. 5). To powinniśmy połączyć ze sobą ścieżki plusa i masy zasilania. Znacznie ciekawszym rozwiązaniem jest rozcięcie płytek klawiatury i połączenie ich w jeden długi pasek klawiszy z diodami. Każda z trzech części (po pięć klawiszy) posiada punkty lutownicze plusa i masy. Oczka mocowania śrub w narożnikach tych płytek są powiększone i można je zlutować z oczkami sąsiedniej płytki.

Płytki klawiatury łączymy z płytką główną tasiemkami przewodów. Oczka lutownicze oznaczone od 1 do 15 na rysunku montażowym kółkami, dotyczą połączeń diod świecących. Oczka od 1 do 15 oznaczone kwadratami dotyczą połączeń włączników.



Rys. 5 Rozmieszczenie elementów

Kolejności tych połączeń zostały poprzekładane, aby utrudnić późniejszą zabawę. Diody świecące mogą być dowolnego typu i dowolnego koloru. Zastosowanie diod o różnej barwie świecenia da dodatkowy efekt utrudniający zabawę.

Na płytce głównej znajdują się kilka zworek z drutu, także pod układami scalonymi. Jedno połączenie wykonujemy przewodem izolowanym. Punkty lutownicze tego połączenia oznaczone są symbolem gwiazdki. Potencjometr P1 i przetwornik PIEZO łączymy prze-

wodami. Płytkę z dekoderni i wyświetlaczami łączymy przewodami zasilania i przewodami sygnałami A, B, C, D.

Włączniki WŁ1 i WŁ2 umieszczone są na płytce drukowanej. W zależności od zastosowanej obudowy możemy połączyć je przewodami i umieścić w obudowie.

Układ zasilany jest napięciem stabilizowanym $+9 \div 12$ V. Pobór prądu wynosi ok. 170 mA z włączonymi wyświetlaczami. Dodanie stabilizatora wewnątrz obudowy i podanie zasilania z gniazda zapalniczki samochodowej, umożliwi dzieciom zabawę na tylnym siedzeniu samochodu.

Wykaz elementów

US1	– CD 4541
US2	– NE 555
US3, US4	– CD 4017
US5	– UM 66T/ (melodia dowolna)
US6÷US9	– CD 4011
US10÷US11	– CD 4029
US12÷US13	– CD 4511
T1, T2	– BC 547B (BC 238B)
D1÷D15	– LED (opis w tekście)
D16÷D30	– 1N4148 (BAVP 17)
R8÷R22	– 510 Ω /0,125 W
R39÷R53	– 510 Ω /0,125 W
R6	– 1 k Ω /0,125 W
R23÷R37	– 10 k Ω /0,125 W
R7	– 22 k Ω /0,125 W
R1, R3	– 27 k Ω /0,125 W
R2, R38	– 51 k Ω /0,125 W
R4, R5	– 100 k Ω /0,125 W
P1	– 47 k Ω A PR-185
C1	– 33 nF/100 V MKSE 018-02
C6, C9÷C12	– 47 nF typ KFP
C2	– 68 nF/100 V MKSE 018-02
C7	– 1 μ F/63 V 04/U
C5	– 4,7 μ F/25 V 04/U
C3, C13	– 10 μ F/16 V 04/U
C8	– 47 μ F/16 V 04/U
WŁ1	– suwakowy miniaturowy 1-sekcyjny
WŁ2	– suwakowy miniaturowy 2-sekcyjny
WŁ3÷WŁ17	– mikrowłączniki
PIEZO	– przetwornik piezoelektryczny
W1	– wyświetlacz ze wspólną katodą typ MAN 6740 lub 6440

płytką drukowaną **numer 305**

płytką drukowaną **numer 067**

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytką 067 – 1,60 zł (16.000 zł),

płytką 305 – 7,55 zł (75.500 zł)

+ koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ Ireneusz Konieczny

Częstościomierz mikroprocesorowy – nowy EPROM

Wielu Czytelników pytało się w listach o możliwość zastosowania do częstościomierza mikroprocesorowego wyświetlacza LCD zawierającego dwa rzędy po 16 znaków. Autor artykułu spełnił życzenia Czytelników i przygotował inną wersję programu umożliwiającą zastoso-

wanie takich wyświetlaczy. Aktualnie można zamawiać EPROMY z dopiskiem EPROM – MIERNIK-16.

Cena: EPROM – Miernik-16 – 21,00 zł (210.000 zł) + koszty wysyłki.

◇ Redakcja

Laboratoryjny zasilacz z ograniczeniem prądowym serii 2001 sterowany mikroprocesorem cz. 2

Potencjometrem Px1 ustawia się napięcie Reg +I na +1,5 V dla LM 137 (3,0 V dla LM 350). Następnie do wyjścia zasilacza podłącza się woltomierz i potencjometrem Px2 ustawia napięcie Reg +U = 0 V. Regulując potencjometrem P2 ustawia się napięcie wyjściowe na 0,00 V. Następnie potencjometr Px2 skręca się w drugą stronę do oporu, tak aby na wejściu Reg +U wynosiło +5 V. Regulując potencjometrem P1 ustawia się napięcie wyjściowe na 35,0 V (30,0 V dla LM 350). Czynności te należy powtórzyć kilka razy, aż otrzyma się pełen zakres regulacji od 0 do 35 V (0 – 30 V dla LM 350).

Do wyjścia zasilacza podłącza się rezystor o wartości ok. 20÷20 Ω/10 W w szereg z amperomierzem. Do wyjścia Pom +I podłącza się woltomierz. Napięcie wyjściowe zasilacza ustawia się na 0 V, tak aby przez rezystor nie płynął żaden prąd. Potencjometrem P4 ustawia się wskazania woltomierza na 0,00 V. Następnie regulując potencjometrem Px2 ustawia się prąd 1,00 A płynący przez rezystor. Z kolei potencjometrem P3 ustawia się wskazania woltomierza na 1,00 V.

Zmniejszając potencjometrem Px1 napięcie Reg +I sprawdza się czy dioda D16 zapali się gdy napięcie na wejściu Reg +I osiągnie wartość 1,0 V.

Jeżeli potencjometrami P1, P2, P3, P4 nie uda się ustawić podanych napięć, należy nieco zmienić wartości rezystorów. Dla P1 zmienia się R9, P2 – R5, P3 – R18, P4 – R24. Po kilku pierwszych godzinach pracy zaleca się ponowne przeprowadzenie regulacji zasilacza.

Wykaz elementów

US1, US3	– TL 084
US2	– LM 317 (LM 350)
US4	– LM 337 (LM 333)
US5	– LM 7812
US6	– LM 7912
US7	– LM 7805
T3	– BC 547B
T1, T4	– BD 139
T2, T5	– BD 140
D1, D2, D9, D10	– 1N4004
D3÷D8, D11÷D14	
D17	– 1N4148
D15, D16	– LED, kolor czerwony
D18, D19	– BZP 683 C15
D20, D21	– BZP 683 C5V1
PR1	– 6A/400 V

PR2	– 1A/50 V
R1, R28	– 0,47 Ω/5 W
R2, R29	– 240 Ω/0,125 W
R11, R38	– 470 Ω/0,125 W
R19, R20, R46, R47	– 510 Ω/0,125 W
R17, R45	– 910 Ω/0,125 W
R16, R43, R54, R55	– 1 kΩ/0,125 W
R5, R32	– 1,5 kΩ/0,125 W
R8, R35	– 2,2 kΩ/0,125 W
R52, R53	– 3,3 kΩ/0,125 W
R3, R4, R10,	
R30, R31, R37	– 4,7 kΩ/0,125 W
R7, R23, R25,	
R26, R18, R34,	
R44, R50	– 5,1 kΩ/0,125 W
R56, R58	– 6,8 kΩ/0,125 W
R57, R59	– 10 kΩ/0,125 W
R51	– 22 kΩ/0,125 W
R14, R15, R41, R42	– 27 kΩ/0,125 W 1%
R9, R36	– 39 kΩ/0,125 W
R24, R27	– 75 kΩ/0,125 W
R12, R13, R39, R40	– 100 kΩ/0,125 W 1%
R21, R22, R48, R49	– 510 kΩ/0,125 W
P2, P7	– 1 kΩ CT 32 wieloobrotowy
P1, P3, P5, P6	– 10 kΩ CT 32 wieloobrotowy
P4, P5	– 22 kΩ CT 32 wieloobrotowy
C24, C25	– 47 nF/50 V ceramiczny
C4, C12	– 100 nF/100 V MKSE-018-02
C2, C5, C10, C13	– 220 nF/100 V MKSE-018-02
C8, C16	– 470 nF/100 V MKSE-018-02
C21, C22	– 1 μF/63 V 04/U
C6, C7, C14, C15	– 10 μ/25 V 04/U
C19, C20	– 47 μ/16 V 04/U
C3, C11	– 100 μ/50 V 04/U
C26	– 100 μ/10 V 04/U
C17, C18	– 220 μ/25 V 04/U
C23	– 1000 μ/16 V 04/U
C1, C9	– 4700 μ/50 V 04/U
Pk1	– RM-82P/12 V
B1	– bezpiecznik 3,15 A
Tr1	– patrz opis w tekście
Tr2	– TS 10/35 (9 V, 1 A)

płytki drukowane numer 300

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: 6,78 zł (67.800 zł) + koszty wysyłki.
Podzespoły elektroniczne można zamawiać
w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ mgr inż. Dariusz Cichoński

W dalszym ciągu przedstawiamy opis części mikroprocesorowej, wzbogacającej zasilacz o szereg użytecznych funkcji. Część mikroprocesorowa została zaprojektowana i opisana przez drugiego autora, stąd też taki nietypowy podział artykułu.

Oto podstawowe właściwości sterownika:

- wyświetlanie nastawionej wartości napięcia oddzielnie dla części dodatniej i ujemnej;
- wyświetlanie prądu oddawanego do obciążenia oddzielnie dla części dodatniej i ujemnej;
- wyświetlanie oddzielnie dla części dodatniej i ujemnej nastawionej wartości prądu, przy której następuje włączenie ograniczenia prądowego;
- wyświetlanie temperatury radiatora;
- klawiatura numeryczna przyspieszająca dostęp do poszczególnych funkcji mikrosterownika, ułatwiająca dokonywanie nastaw;
- niski koszt wykonania dzięki zastosowaniu rozbudowanego mikrokontrolera 80535 wykonanego w technologii MYMOS;
- pamiętanie nastaw po wyłączeniu zasilania;
- możliwość skonfigurowania parametrów granicznych zasilacza;
- duża odporność na zakłócenia i nieprawidłowości w działaniu dzięki wykorzystaniu układu nadzorującego pracę mikrokontrolera (watchdog);
- automatyczne włączanie wentylatora radiatora;
- automatyczne przełączanie napięcia wejściowego w zależności od wartości nastawionego napięcia.

Poniżej przedstawiono ważniejsze parametry sterownika:

Rozdzielczość nastawy napięcia – 10 mV

Rozdzielczość nastawy ogr. prądowego – 10 mA

Rozdzielczość pomiaru prądu – 1 mA lub 10 mA*

Zakres nastawy napięcia – 0,00÷35,00 V**

Zakres nastawy prądu ograniczenia – 0,00÷3,00 A**

Zakres pomiaru temperatury radiatora – 20÷99°C

Rozdzielczość pomiaru temperatury radiatora – $\pm 1^\circ\text{C}$

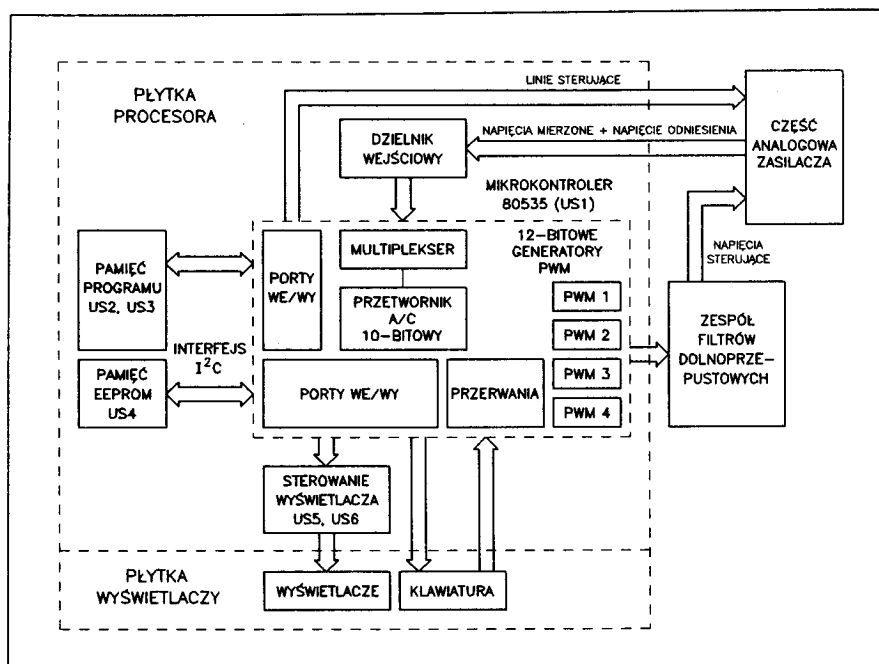
Czas ustalania napięcia wyjściowego – $< 1,5\text{ s}$

* – 10 mA dla $I > 1\text{ A}$

** – wartość graniczna może zostać zdefiniowana przez użytkownika

Zastosowanie w części mikroprocesorowej zasilacza mikrokontrolera 80535 pozwoliło na uproszczenie konstrukcji oraz obniżenie kosztów wykonania urządzenia. Układ 80535 jest pochodnym bardzo popularnego sterownika 8051. Opracowała go i produkuje firma W porównaniu z mikrosterownikiem 8051 został wyposażony w następujące rozszerzenia:

- szybki 8 kanałowy 8-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy z wewnętrznym układem próbkująco-pamiętającym i programowalnymi podzakresami pomiarowymi (pozwalającymi na realizację przetwornika 10-bitowego);
- licznik nadzorujący wykonywanie programu (watchdog);
- rozszerzone tryby redukcji mocy pobieranej przez mikrokontroler;
- dwa dodatkowe porty wejściowo-wyjściowe;
- 256 bajtów pamięci wewnętrznej RAM;
- rozbudowany układ czasowo-licznikowy (licznik T2) umożliwiający synchroniczną zmianę wartości 4 wyprowadzeń mikrokontrolera, pomiar opóźnień, modulację szerokości impulsów (PWM – Pulse Width Modulation) itp.

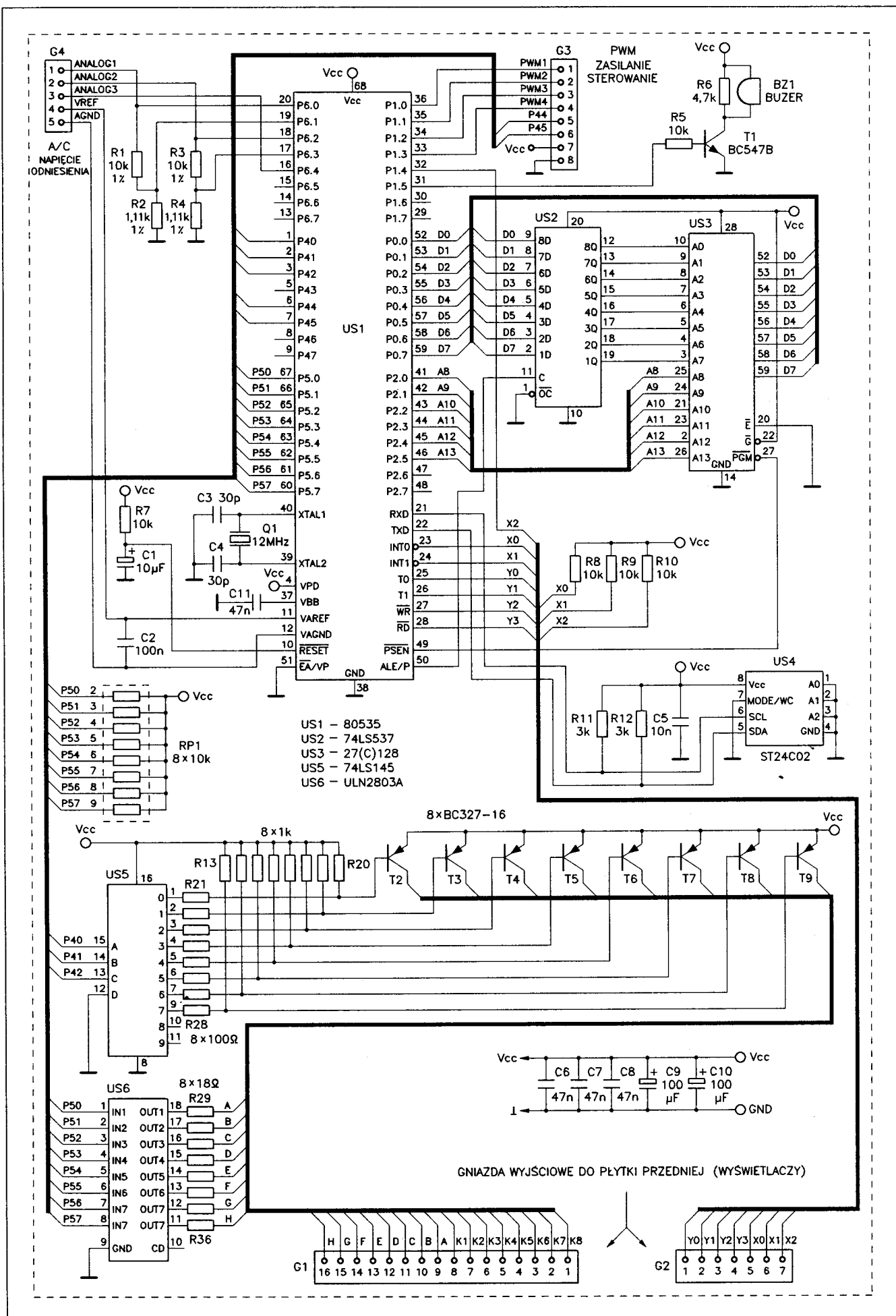


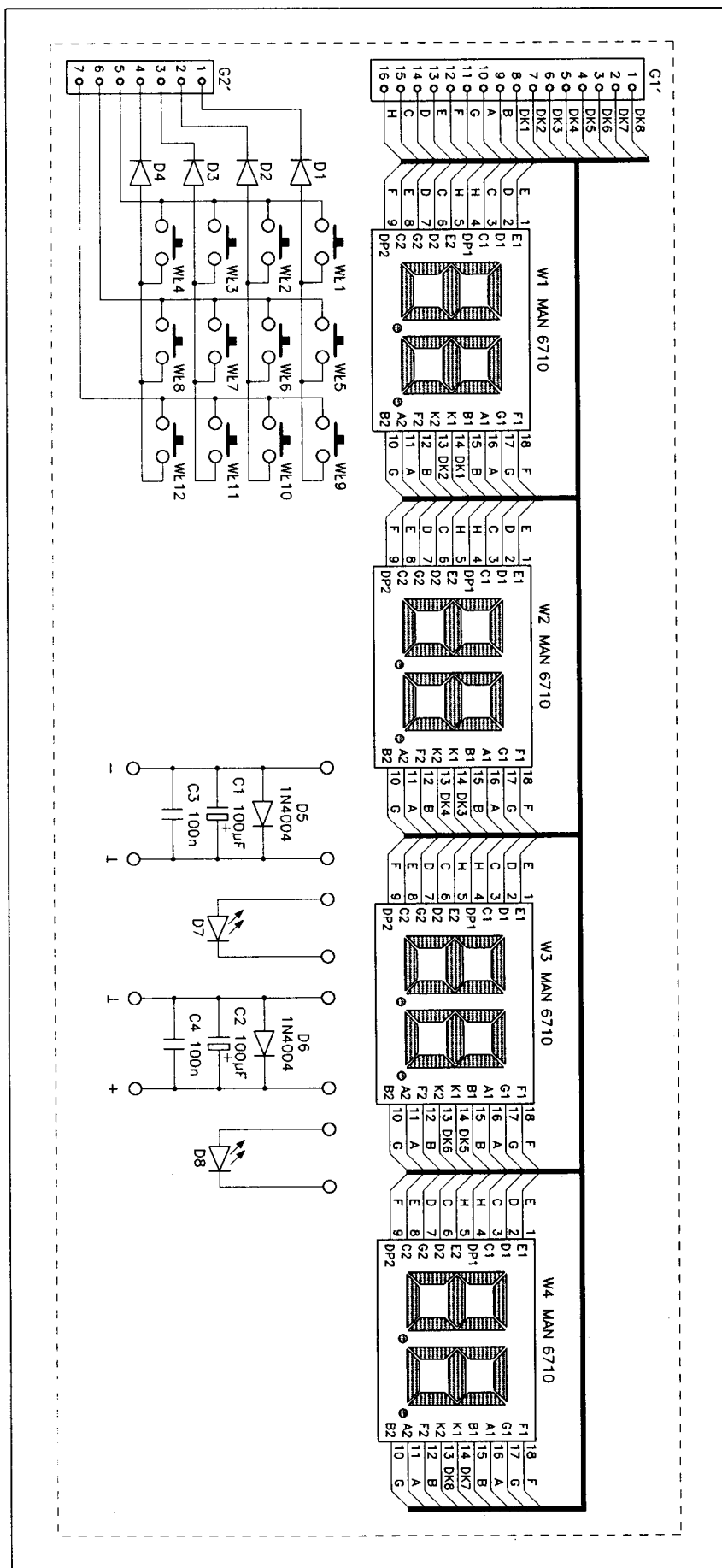
Rys. 1 Schemat blokowy części mikroprocesorowej

Opis układu

Schemat blokowy całego urządzenia uwidoczniony został na rysunku 1. Jak widać z rysunku, mikrokontroler US1 skupia w sobie większość układów peryferyjnych wymaganych do wykonania układu sterownika. Do części analogowej zasilacza doprowadzone są analogowe sygnały sterujące (po odfiltrowaniu tętnień), sterowanie przełącznikiem przełączającym uzwojenia transformatora oraz sygnał włączający wentylator. Z części analogowej doprowadzone są mierzone napięcia oraz napięcie odniesienia dla przetwornika A/C.

Na rysunku 2 zamieszczono schemat ideowy części procesorowej sterownika (płyta procesora i wyświetlacz).





Rys. 2 Schemat ideowy części mikroprocesorowej

Pamięć programu stanowi EPROM US3 o pojemności 128 kbit ($16 \text{ kB} \times 8$). Jest on połączony z mikrosterownikiem w klasyczny dla rodziny L51 sposób tzn. młodszy bajt adresu jest załączany w latch'u US2 na opadającym zboczach sygnału ALE (Address Latch Enable). Starszy bajt adresu jest dostępny na liniach portu P2. Oprócz komunikacji z pamięcią programu, linie adresowe i danych mikroprocesora nie mają w tej aplikacji zastosowania.

Do pamiętania parametrów konfiguracyjnych została wykorzystana pamięć EEPROM 24C02 o pojemności 2 kB mająca organizację 8×256 bitów. Wybór układu był podyktowany niską ceną oraz ogólną dostępnością. Dostęp do danych odbywa się za pośrednictwem szeregowego interfejsu I²C. Ponieważ mikrokontroler nie posiada wbudowanego interfejsu I²C do komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi, konieczne było programowe zaimplementowanie tego interfejsu. Jako linie SCL, SDA wykorzystano bity 0 i 1 portu P3.

Redukcję liczby wyprowadzeń potrzebnych do obsługi klawiatury osiągnięto poprzez multipleksowanie poszczególnych rzędów klawiszy (w organizacji 3 kolumny $\times$ 4 rzędy). Za pomocą sygnałów Y0-Y3 następuje "przemiatanie" grup klawiszy K1-K4, K5-K8, K9-K12. Zwarcie któregoś z klawiszy spowoduje podanie stanu niskiego na jedną z linii X0-X2, w chwili gdy dany klawisz zostanie "zaadresowany" stanem niskim na liniach Y0-Y3 (w tym samym czasie stan niski panuje wyłącznie na jednej z linii Y0-Y3). Linie X0-X2 zostały dołączone do wejść przerwań mikrosterownika, więc opadające zbocze na jednej z tych linii spowoduje wygenerowanie przerwania. Diody D1÷D4 mają za zadanie odseparowanie linii Y0-Y3 w przypadku wciśnięcia większej liczby klawiszy, pozwalając na poprawne odczytanie stanu klawiatury.

Za sterowanie wyświetlaczy odpowiedzialne są układy US5, US6 oraz tranzystory T2÷T9. Procesor, za pośrednictwem linii P40, P41, P42 adresuje jeden z ośmiu wskaźników LED. Układ US5 dekoduje informację zapisaną na trzech bitach, podając stan

niski na wyjściu (1 z 8), o numerze odpowiadającym wybranemu wyświetlaczowi LED. Dostarczenie prądu o wymaganej wartości zapewniają tranzystory T2÷T9 – BC 327 ($I_{Cmax} = 800 \text{ mA}$). Sterowaniem wyświetlaczy od strony katod zajmuje się układ US6 (ULN 2803). Informacja o stanie segmentów jest generowana przez mikrokontroler na liniach P50-P57. Wykorzystanie ośmiu linii układu US1 do sterowania segmentami wyświetlaczy pozwoliło na uproszczenie rysunku ścieżek na płycie wyświetlaczy (nie ma znaczenia przyporządkowanie poszczególnych segmentów). Umożliwiło również wyświetlanie symboli, których uzyskanie za pośrednictwem scalonych sterowników wyświetlaczy siedmio-segmentowych np. 7447 lub 4511 nie byłoby możliwe.

Pomiar prądu oddawanego do obciążenia odbywa się za pośrednictwem 10-bitowego przetwornika A/C. Linie portu P6 są wejściami przetwornika A/C. Ponieważ rozdzielczość pomiaru wynosi 1 mA (10 mA) konieczne było zastosowanie dzielnika 1/10 na wejściu przetwornika. Przełączanie zakresów pomiarowych odbywa się automatycznie za pośrednictwem ośmiokanałowego multipleksa wejściowego. Doprowadzone do niego zostały napięcia odpowiadające prądom obciążenia części dodatniej oraz ujemnej zasilacza. Dzielniki R1/R2 oraz R3/R4 zwiększają zakres pomiarowy przetwornika. Do wejścia P6.4 zostało doprowadzone napięcie z czujnika temperatury (termistora).

Do poprawnej pracy przetwornika konieczne było podanie na wejścia VAREF i VAGND napięcia odniesienia (pełny zakres przetwarzania). Napięcie to wynosi +5 V i doprowadzone zostało z części analogowej zasilacza.

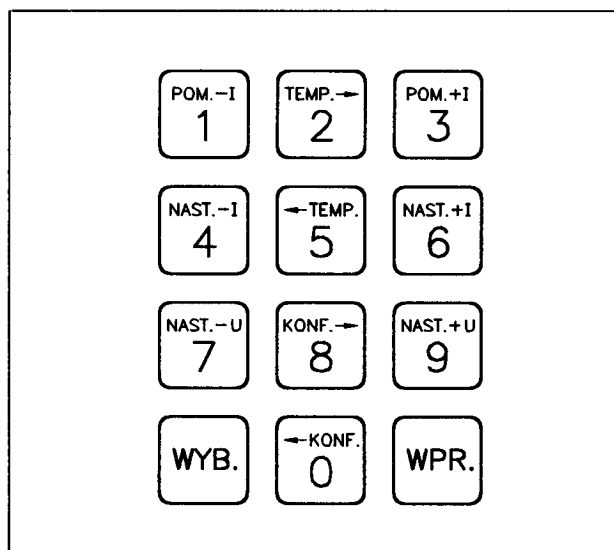
Opis programu

Funkcje mikrokontrolera odpowiedzialne za obsługę interfejsu użytkownika pozwalają na przejrzystą i intuicyjną obsługę zasilacza. Klawiatura numeryczna umożliwia bardzo szybkie ustawienie wymaganych napięć, parametrów oraz wybranie funkcji wyświetlanych na panelach. Program posiada również zabezpieczenie przed zaakceptowaniem błędnie wprowadzonej wartości.

Na rysunku 3 przedstawiony został opis klawiatury. Poniżej przedstawione zostaną funkcje spełniane przez poszczególne klawisze:

- [1] – wybór wyświetlania pomiaru prądu ujemnego (pomiar $-I$) / wprowadzanie wartości numerycznej "1"
- [2] – wybór wyświetlania temperatury radiatora na prawym panelu (temperatura radiatora) / wprowadzanie wartości numerycznej "2"
- [3] – wybór wyświetlania pomiaru prądu dodatniego (pomiar $+I$) / wprowadzanie wartości numerycznej "3"
- [4] – wybór wyświetlania nastawy ograniczenia prądu ujemnego (nastawa ograniczenia $-I$) / wprowadzanie wartości numerycznej "4"
- [5] – wybór wyświetlania temperatury radiatora na lewym panelu (temperatura radiatora) / wprowadzanie wartości numerycznej "5"

- [6] – wybór wyświetlania nastawy ograniczenia prądu dodatniego (nastawa ograniczenia $+I$) / wprowadzanie wartości numerycznej "6"
- [7] – wybór wyświetlania nastawy napięcia ujemnego (nastawa $-U$) / wprowadzanie wartości numerycznej "7"
- [8] – konfiguracja części dodatniej zasilacza (konfiguracja $+$) / wprowadzanie wartości numerycznej "8"
- [9] – wybór wyświetlania nastawy napięcia dodatniego (nastawa $+U$) / wprowadzanie wartości numerycznej "9"
- [0] – konfiguracja części ujemnej zasilacza (konfiguracja $-$) / wprowadzanie wartości numerycznej "0"
- [WYB.] – przełączanie pomiędzy częścią dodatnią a ujemną zasilacza ($+/-$) – wybór trybu wyświetlania
- [WPR.] – akceptacja wprowadzonej wartości numerycznej – wprowadzenie do pamięci



Rys. 3 Opis klawiatury

W programie można wyszczególnić trzy podstawowe tryby wprowadzania poleceń:

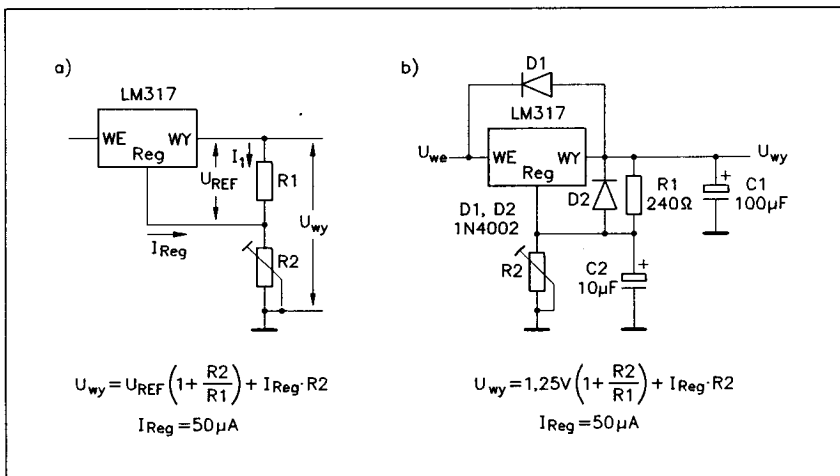
1. Tryb przełączania funkcji
2. Tryb dokonywania nastaw części dodatniej
3. Tryb dokonywania nastaw części ujemnej

Do przełączania pomiędzy poszczególnymi trybami służy klawisz [WYB.]. Przełączanie odbywa się sekwencyjnie. Tryb dokonywania nastaw części dodatniej identyfikowany jest przez miganie kropki dziesiętnej na wyświetlaczu W8. Tryb dokonywania nastaw części ujemnej identyfikowany jest przez miganie kropki dziesiętnej na wyświetlaczu W4. Tryb przełączania funkcji jest domyślny i nie jest sygnalizowany na wyświetlaczach. W trybie przełączania funkcji, użytkownik ma możliwość wybrania, jakie nastawy lub pomiary mają pojawić się na lewym, a jakie na prawym panelu.

Dokończenie tekstu w następnym numerze.

Stabilizatory LM 317 i 337 produkowane są w obudowach TO220 i TO3. Rozkład wyprowadzeń zamieszczono na rysunku 1, na którym przedstawiono także typowe układy pracy. Kondensator 100 nF może zostać pominięty, jeżeli odległość stabilizatora od kondensatora filtra zasilacza nie przekracza 15 cm.

Układy stabilizatorów wyposażone są w zabezpieczenie przed zwarcie wyjścia do masy. Automatyczne ograniczenie prądu wyjściowego wynosi minimum 1,5 A, pod warunkiem że różnica napięć pomiędzy wejściem i wyjściem stabilizatora jest mniejsza od 15 V. Dla większych różnic napięć ograniczenie prądowe zaczyna działać już przy niższych wartościach prądu. Wielkości liczbowe podano w tabeli 1.



Rys. 2 Podstawowe układy pracy i wzory do obliczania wartości rezystorów dodatkowych

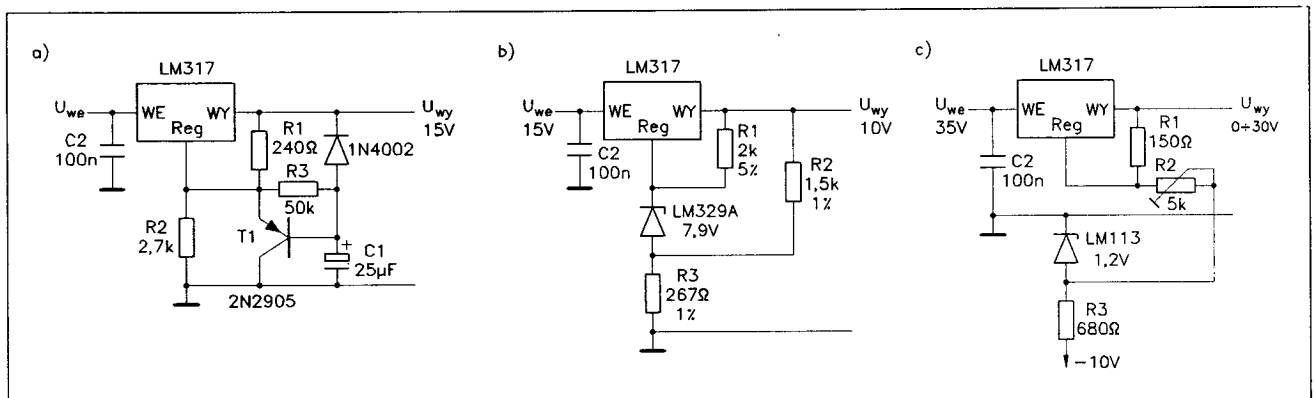
Napięcie referencyjne U_{REF} stabilizatorów trójkońcówkowych LM 317 i LM 337 wynosi 1,25 V. Oznacza to że różnica napięć pomiędzy wyjściem, a końcówką referencyjną Ref ma taką wartość. Prąd wypływający przez nóżkę Reg jest stały i praktycznie nie zależy od prądu pobieranego przez obciążenie. Napięcie wyjściowe można regulować dobierając wartość rezystora R_2 (rys. 2a). Jeżeli zamiast rezystora zastosuje się potencjometr można uzyskać stabilizator o regulowanym liniowo napięciu wyjściowym. Chcąc poprawić odpowiedź impulsową stabilizatora należy na wyjściu umieścić kondensator C_1 (rys. 2b). Dodatkowy kondensator C_2 o wartości 10 μF zmniejsza napięcie tętnień na wyjściu zasilacza.

W przypadku zastosowania dodatkowych kondensatorów wskazane jest zabezpieczenie stabilizatora dodatkowymi diodami D_1 i D_2 . Dioda D_1 za-

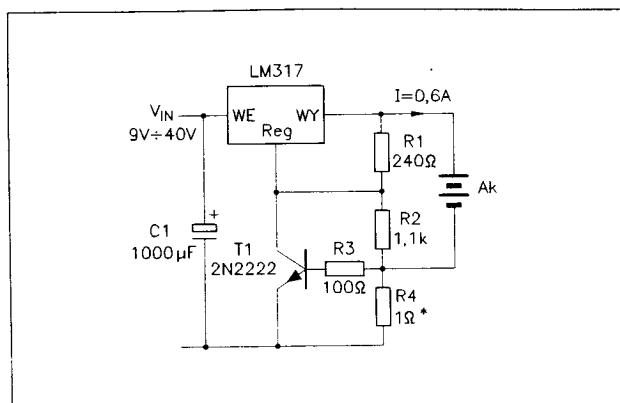
bezpiecza układ przed skutkami zwarcia na wejściu stabilizatora rozładowując kondensator C_1 . Dioda D_2 umożliwia natomiast bezpieczne rozładowanie kondensatora C_2 w przypadku zwarcia wyjścia do masy.

Na rysunku 3 przedstawiono kilka typowych układów pracy stabilizatorów LM 317 i 337. Pierwszy z nich (rys. 3a) to stabilizator z płynnym narastaniem napięcia wyjściowego. Układ taki minimalizuje efekty wywołane stanami nieustalonymi w urządzeniu zasilanym przez stabilizator. Drugi układ to wysokostabilny zasilacz dostarczający napięcia wyjściowego 10 V. Stosując wysokostabilną diodę Zenera na inne napięcie przebicia można uzyskać dowolne napięcie wyjściowe. W takim układzie pracy zaleca się, aby spadek napięcia na rezystorze R_3 był jak najmniejszy. Minimalizuje to wpływ zmian prądu obciążenia na napięcie wyjściowe zasilacza.

Łącząc końcówkę Ref z masą można uzyskać stabilizator o napięciu wyjściowym 1,25 V. Jeżeli zachodzi potrzeba zbudowania stabilizatora o napięciu regulowanym w przedziale od 0 V w górę konieczne jest zastosowanie dodatkowego, ujemnego napięcia zasilania (rys. 3b). W układzie tym dioda Zenera LM 113 zapewnia wysokostabilne napięcie odniesienia -1,25 V. Zatem gdy potencjometr R_2 jest skręcony na minimum, to wyprowadzenie Reg znajduje się na potencjale -1,25 V, a napięcie na wyjściu stabilizatora będzie wynosiło 0 V. Na stabilność napięcia wyjściowego ma wpływ temperaturowy współczynnik napięcia diody Zenera i samego stabilizatora LM 137.



Rys. 3 Przykłady zastosowania stabilizatorów



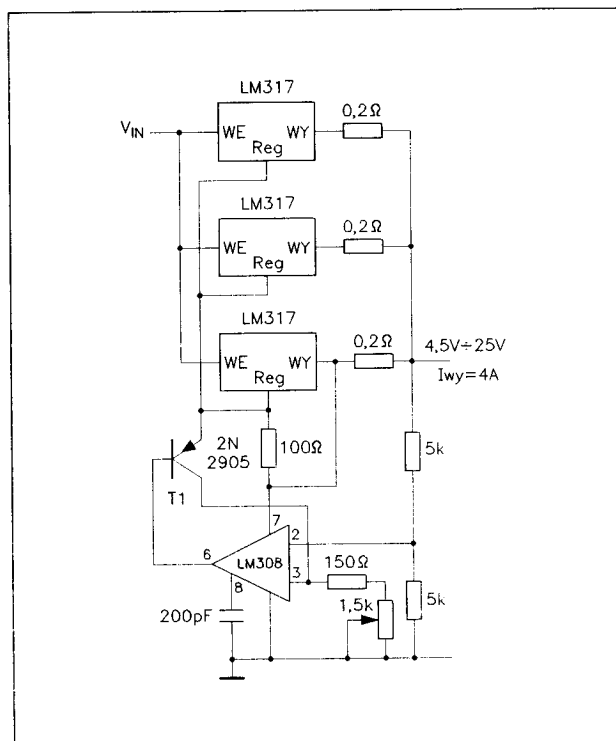
Rys. 4 Układ do ładowania akumulatorów stałym prądem

Stabilizator może także pracować jako źródło prądowe. Przykład takiego rozwiązania zamieszczono na rysunku 4. Układ przeznaczony jest do ładowania akumulatorów stałym prądem, który w trakcie ładowania nie ulega zmianie. Wartość prądu ustala się dobierając rezystor R4. W trakcie ładowania prąd płynący przez akumulator wywołuje spadek napięcia na rezystorze R4 wysterowując tranzystor T1. Zbyt duży prąd powoduje większe wysterowanie tranzystora, który zwiększa swoją przewodność, obniżając napięcie końcówki Reg i zarazem napięcie wyjściowe stabilizatora, zmniejszając tym samym wartość prądu ładującego akumulator.

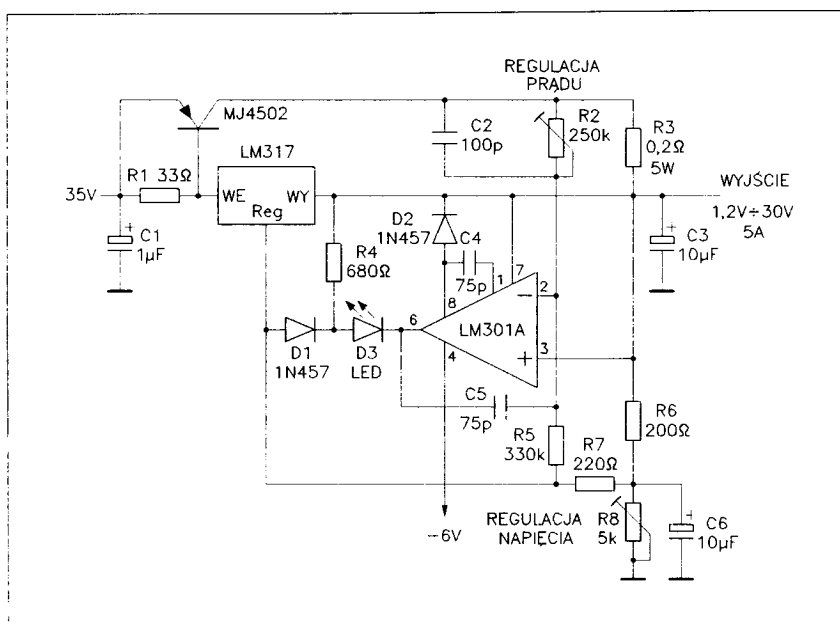
Możliwe jest także równoległe połączenie kilku stabilizatorów, co pozwala zwiększyć wydajność prądową. Przykład takiego regulowanego zasilacza pokazano na rysunku 5. Wzmacniacz operacyjny pełni tu rolę wzmacniacza błędów i za pośrednictwem tranzystora reguluje napięcie odniesienia doprowadzane do wejść Ref układów LM 317. Rezystory 0,2 Ω mają na celu wyrównanie prądów trzech stabilizatorów, których napięcia referencyjne mogą się nieznacznie różnić. Układ jest w stanie dostarczyć prądu o wartości 4 A i jest odporny na zwarcie wyjścia do masy.

Jeszcze inny sposób zwiększenia prądu pokazano na rysunku 6. W układzie tym praktycznie cały prąd dostarczany jest przez tranzystor T1, który sterowany jest spadkiem napięcia na rezystorze R1 proporcjonalnym do prądu pobieranego przez obciążenie. Napięcie referencyjne doprowadzane jest do układu LM 317 za pośrednictwem dzielnika R6, R8 i może być regulowane.

Zasilacz umożliwia regulację prądu wyjściowego. Jeżeli wartość prądu przekroczy wielkość zadaną rezystorem R2 układ przechodzi płynnie na stabilizację prądu. Napięcie proporcjonalne do pobieranego przez obciążenie prądu wytwarzane jest na rezystorze R3 i doprowadzane do wzmacniacza operacyjnego.



Rys. 5 Zasilacz o prądzie wyjściowym 4 A



Rys. 6 Zasilacz 5 A z regulacją prądu i napięcia

Przekroczenie nastawionej wartości prądu powoduje zmniejszenie napięcia na wyjściu wzmacniacza i zapalenie diody LED. Za pośrednictwem diody D1 zmniejsza się napięcie doprowadzone do końcówki Reg stabilizatora. Układ pozwala na regulację napięć wyjściowych w zakresie 1,25÷30 V i prądów wyjściowych w zakresie 0,01÷5 A.

Wszystkie przedstawione schematy zawierały stabilizatory LM 317. W identycznych układach mogą pracować stabilizatory napięcia ujemnego LM 337. Należy wtedy zmienić polaryzację zasilania na ujemną, odwrócić polaryzację kondensatorów elektrolitycznych i diod, a także zamienić tranzystory na typy komplementarne tzn. o zbliżonych parametrach i przeciwnym typie przewodnictwa.

POTRÓJNE TRANSCEIVERY DIGITAL 942 (KF + CB + UKF)

Emisje: CW, SSB, FM, AM, RTTY, SSTV, FAX,
Packet-Radio. Zakresy: 20 kHz ÷ 31,7 MHz,
50 ÷ 60 MHz, 140 ÷ 150 MHz w jednym urządzeniu.
Moc 4 W, czułość 0,2 µV. Cena 1670 zł.

TRANSCEIVERY DIGITAL 96

Emisje: CW, SSB, RTTY, SSTV, FAX, Packet-Radio.
Pełne pokrycie 50 kHz ÷ 31 MHz. Mikroprocesorowe sterowanie,
syntezator częstotliwości, cyfrowa skala, przestrajanie cyfrową gałką,
pamięci, wbudowany klucz elektronowy, moc 4 W, czułość 0,2 µV,
duża odporność na skrośną modulację, BK, XIT, RIT, itd. Cena 820 zł.

WYKRYWACZE WSZELKICH RADIOWYCH PODSŁUCHÓW

Mieszczą się w dłoni, lokalizują miejsce ukrycia podsłuchu, zakres pracy od fal krótkich,
aż do kilku GHz (przetestowano do 3 GHz). Absolutna prostota obsługi – jeden przycisk.
Przydatne w biznesie i nie tylko ... Cena 130 zł.

LINIOWE WZMACNIACZE 1,5 ÷ 30 MHz 50 WAT MOCY WYJŚCIOWEJ

Wszystkie rodzaje emisji,
moc sterująca 4 W.
Odporne na zwarcia
i brak obciążenia.
Układ przeciwobny
na zachodnich
 tranzystorach
V – MOS
MS 1307
Cena
160
zł



Zestawy do samodzielnego montażu transceiverów DIGITAL 942, oraz DIGITAL 96.
W skład zestawu wchodzi: uruchomiony sterownik mikroprocesorowy, płytki
drukowane, komplet dokumentacji (razem z instrukcją uruchamiania), komplet cewek,
elementy nietypowe. Cena zestawów: DIGITAL 942 – 380 zł, DIGITAL 96 – 330 zł.

Informacje (gratis): V-Electronics, ul. Sucharskiego 17, 65-001 Zielona Góra tel/fax 26-67-55
Prowadzimy także sprzedaż wysyłkową za zaliczeniem pocztowym. Dla sklepów upusty.

ELEKTRONICY PŁYTKI, KITY, URUCHOMIONE URZĄDZENIA

Oscyloskop 20 MHz, generator AM/FM
z PLL + wobulator, dip-meter 200 MHz, miernik
cyfrowy I, U, R, C, zasilacz impulsowy 12V/20A
radiotelefon CB, transceiver KF SSB/CW, sterowanie
proporcjonalne KF, wzmacniacz UKF 100W, tele-
wizja amatorska 430 MHz, wykrywacz metali VLF
z PLL, echosonda 50 m, wzmacniacz m. cz.
Hex Fet 100 W, oraz ponad 300 innych urządzeń.
OBNIŻKA CEN, ZAWSZE AKTUALNE
NOWY KATALOG - KOPERTA + ZNACZEK 2 zł
PEP WROCŁAW 17 Skr. Pocz. 1625

UNIWERSALNE PŁYTKI DRUKOWANE

Wysyłkowa sprzedaż detaliczna
części elektronicznych.
Wszystkim zainteresowanym
wysyłamy katalog.



Zakład Elektroniki „CYFRONIKA”
30-385 Kraków, ul. Sądowa 43
tel. 66-54-99 tel./fax 67-29-60

SAM WYKONASZ OBWODY DRUKOWANE

Zestaw (laminat, wytrawiacz, instrukcja)
cena 4,50 zł + opłaty pocztowe.

Płatne za zaliczeniem pocztowym.
Oferuję sam laminat jedno- i dwustronny.
Chłerek żelazowy i pisaki do wykonania
obwodów drukowanych. Katalog bezpłatnie.
Pracownia Elektroniczna
skr. poczt. 344, 90-950 Łódź - 1
zawsze aktualne !



AZ Elektronik oferuje
w sprzedaży wysyłkowej:

Uniwersalny Mikroprocesorowy Miernik Częstotliwości

Zestaw składa się z dwóch uruchomionych płytek:

- płytki wyświetlacza 6 LED o wymiarach 80mm X 25mm
- płytki z procesorem o wymiarach 57mm X 60mm

Montaż polega na samodzielnym wykonaniu preska-
lera z obwodem wejściowym oraz połączeń między
płytkami.

- Pomiar częstotliwości w zakresach 0,1 - 30 MHz,
30 - 1500 MHz
- Poprawka uwzględniana w pomiarze częstotliwości
(dodawana lub odejmowana - cztery różne
poprawki: 9.000, 10.700, 21.400 MHz)
- Poprawki dotyczące rodzaju emisji AM, FM,
USB, LSB (dla urządzeń radionadawczych)
- Wybór dokładności pomiaru od 1kHz do 1Hz
- Cena miernika 115zł brutto
- Preskaler podziel przez 4 i 64 - 42zł brutto.



AZ Elektronik, ul. Elektonowa 2
65-001 Zielona Góra
tel. 26-14-97, 26-94-99 w 113
tel. 25-63-98

Tani wysyłkowy sklep części elektronicznych 87-100 TORUŃ ul. Rakowicza 7A/36 (zainteresowanym oferty)

SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA ELEMENTÓW

Sprzedaż wysyłkowa prowadzona jest
w ścisłej współpracy z redakcją
Praktycznego Elektronika przez firmę
LARO S.C. Asortyment elementów
obejmuje wszystkie urządzenia publi-
kowane na łamach Praktycznego Ele-
ktronika. Szczegółowy wykaz elemen-
tów, wraz z cenami można znaleźć
w numerze 9/96 PE na stronach 30,31.

LARO S.C.
65-958 ZIELONA GÓRA
skr. poczt. nr 149

INFOTELEKTRONIKA

Kompleksowe zaopatrzenie serwisów
w podzespoły elektroniczne

- trafo Wielocelowe
- piloty VISA, GBS, HQ, KÖNIG
- półprzewodniki
- pełny program KÖNIG - ELECTRONIC

Infoelektronika tel. (0-68)
św. Cyryla i Metodego 3 24-36-00,
65-533 Zielona Góra 26-71-03

TRANSET

zestawy do samodzielnego montażu,
oraz zmontowane i zestrojone płytki:

- 1 profesjonalnych wykrywaczy metali
z dyskryminacją oraz PI,
 - 2 przystawki zmieniającej OTV
w wielokanałowy oscyloskop,
 - 3 generator funkcji 0,01 Hz ÷ 1 MHz,
 - 4 radiotelefony CB,
 - 5 i wiele innych zestawów.
- Informator - koperta + znaczki na list polecony.
ul. Szkolna 2 - 58-550 KARPACZ

Sprzedam wobuloskop, analizator widma
do 1 GHz tel. (071) 57-16-20

Kupię Lampy 6II45C do Rubina 714
tel.(071) 57-16-20